

IMPULSE NOISE DETECTION DAN REMOVAL
PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE
MODIFIED MEDIAN FILTER

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Informatika

oleh :

FITRIANI
10651004375



FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2013

***IMPULSE NOISE DETECTION DAN REMOVAL
PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE
MODIFIED MEDIAN FILTER***

**FITRIANI
10651004375**

Tanggal Sidang : 24 Juni 2013

Periode Wisuda : November 2013

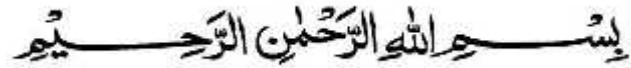
Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Citra digital dapat mengalami penurunan kualitas atau gangguan. Gangguan pada citra digital disebut dengan derau (*noise*). Citra berkualitas rendah yang disebabkan noise memerlukan langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan kualitas citra tanpa mengurangi lebih banyak kualitas detail citra. Salah satu teknik perbaikan citra yaitu metode filtering citra. Metode yang akan digunakan pada tugas akhir ini untuk memperbaiki citra yang mengandung noise adalah median filter dan modified median filter. Metode tersebut akan diterapkan pada citra yang mengandung *impulse noise (salt & pappers)*. Median filter merupakan salah satu filtering non linier yang mengurutkan nilai intensitas sekelompok piksel, kemudian mengganti nilai piksel yang diproses dengan nilai mediannya. Sedangkan modified median filter merupakan pengembangan algoritma deteksi noise berdasarkan pada konsep sederhana yaitu jika pixel milik daerah yang seragam, kemudian itu adalah dekat warnanya dengan pixel tetangganya, maka tidak dikoreksi, apabila tidak ada yang dekat dengan pixel tetangganya, maka terdeteksi noise kemudian nilai pixelnya diganti dengan median dari window yang dievaluasi. Kualitas citra diukur dengan dua besaran yaitu MSE (*Mean Square Error*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). Pada penelitian ini untuk mask window 3 x 3 dan 5 x 5, nilai PSNR tertinggi terjadi pada median filter. Hal ini dibuktikan dari ke tiga citra uji dengan mask window 3 x 3 dan 5 x 5 dengan berbagai ukuran citra yang menunjukkan peningkatan nilai PSNR terjadi pada filter median. Maka, dapat disimpulkan bahwa metode median filter merupakan metode yang paling baik dalam mengurangi noise jenis *salt and peppers* yang ada pada citra dibandingkan dengan metode modified median filter.

Kata Kunci : *Impulse Noise, Median Filter, Modified Median Filter.*

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum wr wb.

Alhamdulillah rabbi'l'alam, penulis ucapkan sebagai tanda syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat yang diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam terucap buat junjungan Baginda Rasulullah Muhammad SAW, karena jasa Beliau kita bisa menikmati zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan pada jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. DR. H. M. Nazir, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Ibu Dra. Hj.Yenita Morena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Dr. Okfalisa, ST, M.Sc , selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
4. Bapak Surya Agustian, ST, M.Kom, selaku Pembimbing tugas akhir.
5. Ibu Elvia Budianita, ST, M.Cs, selaku Penguji I tugas akhir.
6. Bapak Reski Mai Candra, ST, M.Sc, selaku Penguji II tugas akhir.
7. Bapak Reski Mai Candra, ST, M.Sc, selaku Koordinator tugas akhir Jurusan Teknik Informatika.
8. Orang tuaku tercinta yang selalu memberikan doa, motivasi, bimbingan yang tiada hentinya, serta telah banyak berkorban demi keberhasilan anak-anaknya.

Semoga mereka selalu dalam lindungan Allah SWT dan segala pengorbanan yang mereka berikan mendapat pahala dari Allah SWT. Aamiin.

9. Saudara-saudaraku, kak Elis Susilawati, S.Pdi dan Agus Purwanto yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Informatika angkatan 2006 UIN Suska Riau.
11. Sahabat-sahabatku Irma, Adel, Nena, Rachman, Said, Wanda, Kak Dona, Bang Andra dan Mia. Semoga kita selalu diberi kelancaran oleh Allah dalam menggapai cita-cita dan menjadi insan yang berhasil. Aamiin.
12. Seluruh pihak yang belum penulis cantumkan, terima kasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya. Amin.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pekanbaru, 24 Juni 2013

FITRIANI
10651004375

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Penelitian	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Pengertian Citra	II-1
2.1.1 Citra Analog	II-1
2.1.2 Citra Digital	II-2
2.1.3 Elemen-Elemen Citra Digital.....	II-2
2.1.4 Jenis-Jenis Citra	II-4
2.2 Pengolahan Citra	II-6
2.2.1 Operasi Pengolahan Citra.....	II-6

2.3	Degradasi/Restorasi Citra Digital	II-10
2.4	Noise (Derau)	II-11
2.5	Impulse Noise (Salt & Papper)	II-13
2.6	Spasial Filtering	II-14
2.7	Median Filter.....	II-16
2.8	Deteksi Noise	II-17
2.9	Pengukuran Error Filtering Citra	II-20
2.10	Simulasi Perhitungan Manual	II-21
2.10.1	Aturan Pertama Deteksi Noise	II-21
2.10.2	Aturan Kedua Deteksi Noise	II-25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Rumusan Masalah.....	III-2
3.2	Studi Literatur	III-2
3.3	Merancang Algoritma	III-2
3.4	Implementasi.....	III-2
3.5	Pengujian.....	III-3
3.6	Kesimpulan dan Saran	III-3
BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN.....		IV-1
4.1	Analisa Model Sistem	IV-1
4.2	Perancangan Algoritma.....	IV-2
4.1.1	Program Utama.....	IV-3
4.1.2	Tahap Input Citra.....	IV-3
4.1.3	Tahap Proses Penambahan Noise.....	IV-4
4.1.4	Tahap Filter Citra	IV-5
4.1.5	Tahap Perhitungan PSNR.....	IV-12
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN		V-1
5.1	Implementasi Perangkat Lunak.....	V-1
5.1.1	Perangkat Pendukung.....	V-1
5.1.2	Parameter Pengujian	V-1
5.2	Data Uji Coba	V-1
5.3	Pengujian.....	V-3

5.3.1 Pengujian dengan Nilai Threshold yang	
Berbeda-beda	V-3
5.3.2 Pengujian dengan Level Noise yang Berbeda-beda....	V-8
5.4 Analisa Pengujian dengan Mask Window 5 x 5	V-14
5.5 Kesimpulan Pengujian	V-16
BAB VI PENUTUP.....	VI-1
6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Citra merupakan suatu representasi (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi menjadi dua yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu, seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, foto yang tercetak di kertas foto, lukisan, pemandangan alam, hasil CT scan dan lain sebagainya. Citra analog tidak dapat dipresentasikan dalam komputer sehingga tidak bisa diproses di komputer secara langsung. Citra digital merupakan citra yang dapat diolah oleh komputer. Oleh sebab itu, agar citra analog dapat diproses di komputer, proses konversi analog ke digital harus dilakukan terlebih dahulu. Citra analog dihasilkan dari alat-alat analog diantaranya adalah video kamera analog, kamera foto analog dan CT scan.

Citra digital dapat mengalami penurunan kualitas atau gangguan. Gangguan pada citra digital disebut dengan derau (*noise*). Noise adalah gambar atau pixel yang mengganggu kualitas citra. Derau dapat disebabkan oleh gangguan fisik (optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik gelap dan terang yang muncul secara acak yang menyebar pada obyek (citra) maupun latar belakangnya. Bintik acak ini disebut dengan *impulse noise (salt and pepper)*.

Citra berkualitas rendah yang disebabkan noise memerlukan langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan kualitas citra tanpa mengurangi lebih banyak kualitas detail citra serta menghasilkan citra dengan informasi yang cukup akurat, salah satu teknik perbaikan citra yaitu metode filtering citra. Metode filtering citra dapat menghaluskan dan mengurangi derau pada citra, baik secara linear maupun secara non-linear. Ada banyak teknik filtering citra, dan pada

penelitian ini penulis menggunakan filter median dengan melakukan modifikasi median filter untuk mendeteksi dan mereduksi *impulse noise (salt and pepper)*.

Beberapa penelitian terdahulu diantaranya Eva Pratiwi, dkk (2011) melakukan penelitian untuk mendeteksi impulse noise menggunakan nilai pixel, medial filter, dan nilai ROAD (*Rank-ordered Absolut Differences*) sedangkan untuk proses *filtering* menggunakan *Adaptive Sized Mean Filter* dan *Iterative Mean Filter*. Setelah dilakukan uji coba hasil pengujian terhadap penghapusan impulse noise pada citra berdasarkan metode tersebut ternyata dapat mendeteksi noise dengan baik. Pada jurnal Teknologi Informasi Teori dan Terapan, Islamabad Pakistan oleh Mahesh T R, dkk (2010) melakukan penelitian untuk mengurangi noise pada citra menggunakan *fuzzy image filtering* dengan mengimplementasikan mean filter dan median filter. Menurutny hasil percobaan menunjukkan kelayakan filter. Pada jurnal Institute of Electrical and Electronics Engineers, oleh How-Lung Eng dan Kai-Kuang Ma (2001) melakukan penelitian mengurangi impulse noise dengan menggunakan median filter penggabungan dengan konsep fuzzy-set yang disebut dengan *noise adaptive soft-switvhing median (NASM) filter* untuk pemulihan citra yang terkena noise dengan mendeteksi setiap piksel yang terkorupsi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa NASM filter mencapai kinerja yang cukup dalam mengurangi noise.

Melalui metode-metode di atas, kualitas citra masukan dengan *noise salt and peppers* dapat diperbaiki dan diharapkan penggunaan metode modified median filter dapat menghilangkan impulse noise dari citra tanpa merusak detail-detail obyek pada citra. Sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian dan menulis tugas akhir yang diberi judul : ***“Impulse Noise Detection dan Removal pada Citra Digital Menggunakan Metode Modified Median Filter”***.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka yang menjadi pokok permasalahan dalam hal ini yaitu bagaimana menerapkan *modified median filter* untuk menghilangkan impulse noise pada citra dengan mempertahankan detail objek pada citra.

1.3 Batasan Penelitian

Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka akan diberikan batasan-batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini, agar tidak jauh melenceng dari pembahasan. Tugas Akhir ini hanya dibatasi sebagai berikut :

1. Jenis noise yang dipakai pada Tugas Akhir ini adalah impulse noise (*salt and paper*).
2. Citra yang digunakan untuk simulasi yaitu citra berwarna.
3. Implementasi dilakukan dengan menggunakan Matlab 7.8.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan *modified median filter* pada citra yang telah diberi noise menggunakan detektor impulse noise.
2. Melakukan analisis perbandingan metode median filter dengan modified median filter terhadap reduksi noise *salt and peppers*.
3. Melakukan pengamatan kualitatif dan pengukuran kuantitatif (PSNR) terhadap gambar yang terkena noise dan gambar dari output filter.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan dari Tugas Akhir yang dibuat.

Bab II Landasan Teori

Bab ini membahas tentang teori-teori yang mendukung dan berhubungan dengan pembuatan sistem ini.

Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang langkah-langkah dalam melaksanakan tugas akhir yang dikerjakan.

Bab IV Analisa dan Perancangan

Bab ini berisi pembahasan mengenai deskripsi umum sistem dan perancangan data. Pemodelan proses yang digunakan pada tugas akhir ini dengan menggunakan diagram alir.

Bab V Implementasi dan Pengujian

Bab ini berisi penjelasan mengenai implementasi dan pengujian. Implementasi akan dilakukan pembuatan aplikasi menggunakan MATLAB sesuai dengan permasalahan dan batasannya yang telah dijabarkan pada bab pertama dan akan dilakukan pengujian dari aplikasi yang dibuat dengan melihat data keluaran yang dihasilkan oleh aplikasi.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bagian ini berisi kesimpulan yang dihasilkan dari pembahasan tentang penggunaan modified median filter untuk mendeteksi dan mereduksi impulse noise beserta saran-saran yang berkaitan dengan penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Citra

Citra (*image*) menurut kamus Webster adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi) (Munir, 2004).

Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (continue) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (scanner), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.

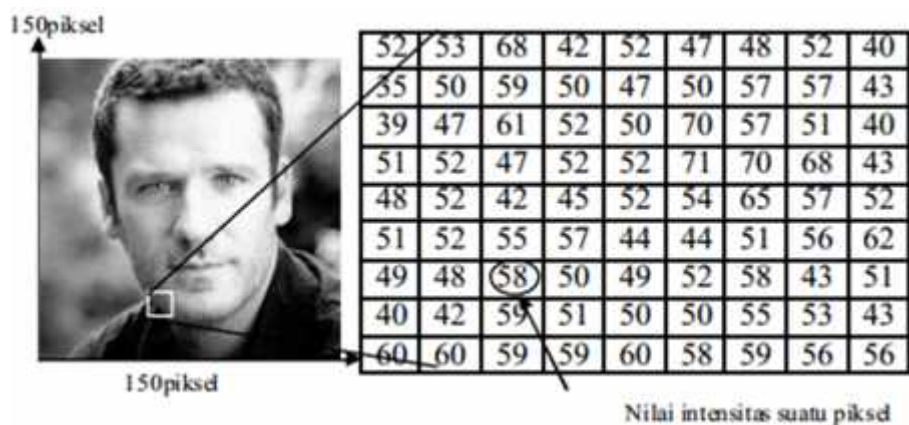
Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan.

2.1.1 Citra Analog

Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu, seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, foto yang tercetak di kertas foto, lukisan, pemandangan alam, hasil CT scan dan lain sebagainya. Citra analog tidak dapat dipresentasikan dalam komputer sehingga tidak bisa diproses di komputer secara langsung. Oleh sebab itu, agar citra ini dapat diproses di komputer, proses konversi analog ke digital harus dilakukan terlebih dahulu. Citra analog dihasilkan dari alat-alat analog diantaranya adalah video kamera analog, kamera foto analog dan CT scan.

2.1.2 Citra Digital

Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Sebuah citra grayscale ukuran 150x150 piksel (elemen terkecil dari sebuah citra) diambil sebagian (kotak kecil) berukuran 9x9 piksel. Maka, monitor akan menampilkan sebuah kotak kecil. Namun, yang disimpan dalam memori computer hanyalah angka-angka yang menunjukkan besar intensitas pada masing-masing piksel tersebut.



Gambar 2.1 Citra grayscale 150 x 150 piksel

2.1.3 Elemen-Elemen Citra Digital

Citra digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dimanipulasi dalam pengolahan citra dan dieksploitasi lebih lanjut dalam computer vision. Elemen-elemen dasar yang penting diantaranya adalah (Munir, 2004):

1. Kecerahan (*brightness*).

Kecerahan adalah kata lain untuk intensitas cahaya. Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian penerokan, kecerahan pada sebuah titik (piksel) di dalam citra bukanlah intensitas yang riil, tetapi sebenarnya adalah intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya. Sistem visual manusia mampu menyesuaikan dirinya dengan tingkat kecerahan (*brightness level*) mulai dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi dengan jangkauan sebesar 10.

2. Kontras (*contrast*).

Kontras menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah gambar. Citra dengan kontras rendah dicirikan oleh sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Pada citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

3. Kontur (*contour*).

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata kita mampu mendeteksi tepi-tepi (*edge*) objek di dalam citra.

4. Warna (*color*).

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (*violet*) mempunyai panjang gelombang paling rendah.

Warna-warna yang diterima oleh mata (sistem visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red(R), green(G), dan blue(B).

Persepsi sistem visual manusia terhadap warna sangat relatif sebab dipengaruhi oleh banyak kriteria, salah satunya disebabkan oleh adaptasi yang menimbulkan distorsi. Misalnya bercak abu-abu di sekitar warna hijau akan tampak keungu-unguan (distorsi terhadap ruang), atau jika mata melihat warna hijau lalu langsung dengan cepat melihat warna abu-abu, maka mata menangkap kesan warna abu-abu tersebut sebagai warna ungu (distorsi terhadap waktu).

5. Bentuk (*shape*).

Shape adalah properti intrinsik dari objek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa shape merupakan properti intrinsik utama untuk sistem visual manusia.

Manusia lebih sering mengasosiasikan objek dengan bentuknya

ketimbang elemen lainnya (warna misalnya). Pada umumnya, citra yang dibentuk oleh mata merupakan citra dwimatra (2 dimensi), sedangkan objek yang dilihat umumnya berbentuk trimatra (3 dimensi). Informasi bentuk objek dapat diekstraksi dari citra pada permulaan pra-pengolahan dan segmentasi citra. Salah satu tantangan utama pada computer vision adalah merepresentasikan bentuk, atau aspek-aspek penting dari bentuk.

6. Tekstur (*texture*).

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga. Jadi, tekstur tidak dapat didefinisikan untuk sebuah piksel. Sistem visual manusia pada hakikatnya tidak menerima informasi citra secara independen pada setiap piksel, melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan. Resolusi citra yang diamati ditentukan oleh skala pada mana tekstur tersebut dipersepsi. Sebagai contoh, jika kita mengamati citra lantai berubin dari jarak jauh, maka kita mengamati bahwa tekstur terbentuk oleh penempatan ubin-ubin secara keseluruhan, bukan dari persepsi pola di dalam ubin itu sendiri. Tetapi, jika kita mengamati citra yang sama dari jarak yang dekat, maka hanya beberapa ubin yang tampak dalam bidang pengamatan, sehingga kita mempersepsi bahwa tekstur terbentuk oleh penempatan pola-pola rinci yang menyusun tiap ubin.

2.1.4 Jenis-jenis Citra

1. Citra Biner

Citra biner merupakan citra yang setiap elemennya memiliki dua kemungkinan nilai (bernilai Boolean), yaitu 0 atau 1. Citra biner disebut juga dengan bi-level atau two level (Gonzalez, 2008).

Untuk memperoleh citra biner dari suatu citra non biner, biasanya dilakukan operasi thresholding terhadap citra non-biner tersebut. Hal ini perlu dilakukan karena terdapat beberapa operasi pemrosesan yang biasanya

diaplikasikan pada citra yang berjenis biner, salah satunya adalah operasi morfologi.

2. Citra Grayscale

Grayscale (skala keabuan) merupakan suatu istilah untuk menyebutkan satu citra yang memiliki warna putih, abu-abu dan hitam. Format citra ini disebut skala keabuan karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antaranya adalah abu-abu.

Pada citra grayscale, setiap piksel pada koordinat (x,y) memiliki suatu nilai yang bersifat tunggal, yang berarti nilai tersebut merupakan satu-satunya informasi intensitas yang dikandung oleh piksel tempatnya berada (Gonzalez, 2008).

Intensitas dari sebuah piksel diekspresikan sebagai jangkauan antara nilai minimum dan maksimum yang inklusif. Pada citra grayscale, jumlah kemungkinan intensitas yang dimiliki oleh masing-masing piksel tergantung pada ukuran yang diinginkan. Umumnya, intensitas tersebut diakomodasi dengan nilai sebesar 8 bit walau tidak tertutup kemungkinan digunakan nilai lain seperti 16 bit.

Jika nilai 8 bit yang digunakan, berarti terdapat 256 kemungkinan intensitas tingkat keabuan yang berbeda untuk suatu pikselnya. Nilai ini menjangkau mulai dari intensitas terendah yaitu 0 (total absence, hitam) sampai tertinggi 255 (total presence, putih).

3. Citra Berwarna

Citra berwarna dapat diartikan sebagai citra yang mengandung informasi warna pada setiap pikselnya. Untuk penggunaan pemrosesan citra, diperlukan tiga saluran warna untuk tiap piksel, yang diinterpretasikan sebagai koordinat pada ruang warna. Contohnya yaitu pada ruang RGB yang sering digunakan untuk tampilan di computer.

Untuk representasi pada matriks, ruang warna dapat dianggap array berukuran $M \times N \times 3$, dengan M adalah jumlah baris, N adalah jumlah kolom dan 3 merupakan jumlah saluran warna. Secara sederhana, dapat dikatakan bahwa tiap saluran dapat dianggap sebagai suatu komponen grayscale, sehingga dapat dianalogikan bahwa suatu citra berwarna terdiri atas tiga buah komponen grayscale (Gonzalez, 2008).

2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan.

Termasuk ke dalam bidang ini juga adalah pemampatan citra (*image compression*). Pengubahan kontras citra adalah contoh operasi pengolahan citra. Contoh pengolahan citra lainnya adalah penghilangan derau (*noise*). Umumnya, operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila:

1. Perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra.
2. Elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur.
3. Sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain. (Munir, 2004)

2.2.1 Operasi Pengolahan Citra

Operasi-operasi yang dilakukan pada pengolahan citra secara umum dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis, yaitu (Munir, 2004) :

1. Perbaikan Kualitas Citra (*Image Enhancement*).

Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra. Dengan operasi ini, ciri-ciri

khusus yang terdapat di dalam citra lebih ditonjolkan. Beberapa operasi perbaikan citra antara lain yaitu :

- perbaikan kontras gelap/terang,
- perbaikan tepian objek (*edge enhancement*),
- penajaman (*sharpening*),
- pemberian warna semu (*pseudocoloring*),
- penapisan derau (*noise filtering*).

Gambar 2.2 adalah contoh operasi penajaman .Operasi ini menerima masukan sebuah citra yang gambarnya hendak dibuat tampak lebih tajam. Bagian citra yang ditajamkan adalah tepi-tepi objek.



Gambar 2.2 (a) Citra Lena asli, (b) Citra Lena setelah ditajamkan

2. Pemugaran Citra (Image Restoration).

Operasi ini bertujuan menghilangkan/meminimumkan cacat pada citra. Tujuan pemugaran citra hampir sama dengan operasi perbaikan citra. Bedanya, pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar diketahui.

Contoh-contoh operasi pemugaran citra, yaitu :

- Penghilangan kesamaran (*deblurring*), dan
- Penghilangan derau (*noise*).

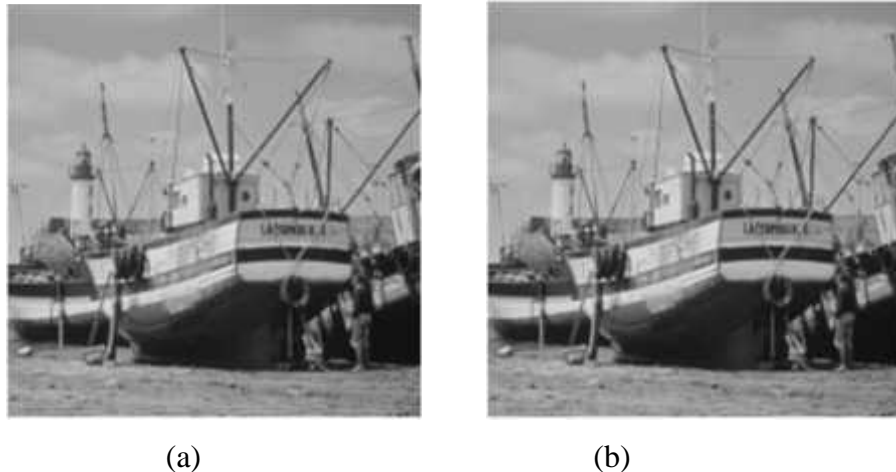


Gambar 2.3 (a) Citra Lena yang kabur (*blur*) , (b) Citra Lena setelah deblurring

Gambar di atas adalah contoh operasi penghilangan kesamaran. Citra masukan adalah citra yang tampak kabur (*blur*). Kekaburan gambar mungkin disebabkan pengaturan fokus lensa yang tidak tepat atau kamera bergoyang pada pengambilan gambar. Melalui operasi deblurring, kualitas citra masukan dapat diperbaiki sehingga tampak lebih baik.

3. Pemampatan Citra (Image Compression).

Jenis operasi ini dilakukan agar citra dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pemampatan adalah citra yang telah dimampatkan harus tetap mempunyai kualitas gambar yang bagus. Contoh metode pemampatan citra adalah metode JPEG.



Gambar 2.4 (a) Citra boat.bmp(258 KB) sebelum dikompres, (b) citra boat.jpg (49 KB) sesudah dikompres

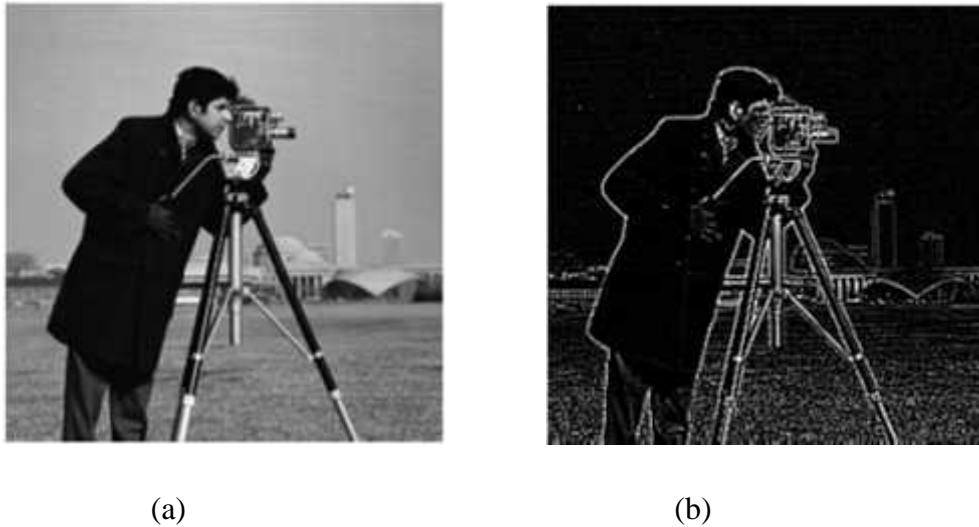
Gambar sebelah kiri adalah citra kapal yang berukuran 258 KB. Hasil pemampatan citra dengan metode JPEG dapat mereduksi ukuran citra semula sehingga menjadi 49 KB saja.

4. Segmentasi Citra (*Image Segmentation*).

Jenis operasi ini bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan pengenalan pola.

5. Analisis Citra (*Image Analysis*).

Jenis operasi ini bertujuan menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya. Teknik analisis citra mengekstraksi ciri-ciri tertentu yang membantu dalam identifikasi objek. Proses segmentasi kadangkala diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya. Contoh-contoh operasi analisis citra, yaitu pendeteksian tepi objek (*edge detection*), ekstraksi batas (*boundary*), dan representasi daerah (*region*).



Gambar 2.5 (a) Citra camera, (b) Citra hasil pendeteksian seluruh tepi

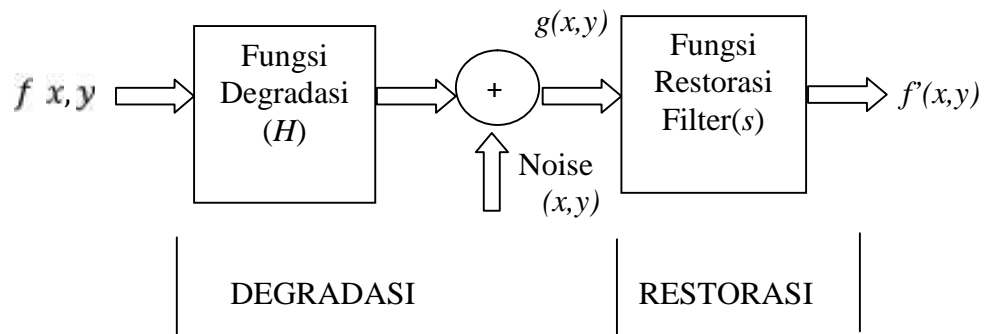
Gambar di atas adalah contoh operasi pendeteksian tepi pada citra Camera. Operasi ini menghasilkan semua tepi (edge) di dalam citra.

6. Rekonstruksi Citra (*Image Reconstruction*) .

Jenis operasi ini bertujuan untuk membentuk ulang objek dari beberapa citra hasil proyeksi. Operasi rekonstruksi citra banyak digunakan dalam bidang medis. Misalnya beberapa foto rontgen dengan sinar-X digunakan untuk membentuk ulang gambar organ tubuh (Munir, 2004).

2.3 Degradasi/Restorasi Citra Digital

Citra yang tertangkap oleh alat-alat optic seperti mata, kamera dan sebagainya sebenarnya merupakan citra yang sudah mengalami degradasi. Proses degradasi dimodelkan sebagai sebuah fungsi degradasi yang digabungkan dengan noise aditif, mengoperasikan citra input $f(x,y)$ untuk menghasilkan citra terdegradasi $g(x,y)$, fungsi degradasi H dan noise aditif (x,y) , obyektif dari restorasi adalah untuk mendapatkan perkiraan $f'(x,y)$ dari citra asli. Diinginkan memperkirakan yang semirip mungkin terhadap citra input asli, seperti yang ditampilkan pada gambar 2.6 berikut (Gonzalez, 2088) :



Gambar 2.6 Model Proses degradasi/restorasi citra

Noise (x,y) , adalah sinyal aditif yang timbul selama akuisisi citra sehingga menyebabkan citra menjadi rusak (mengalami degradasi). H adalah linear, position invariant process, maka citra terdegradasi dalam domain spasial dinyatakan dengan :

$$g(x,y) = h(x,y) * f(x,y) + n(x,y) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana $h(x,y)$ adalah representasi spasial dari fungsi degradasi, symbol “*” adalah konvolusi. Dalam domain spasial, konvolusi dianalogikan dengan perkalian dalam domain frekuensi, sehingga formula di atas dapat dituliskan dalam domain frekuensi dengan bentuk :

$$G(u,v) = H(u,v) F(u,v) + N(u,v) \dots\dots\dots(2.2)$$

Model proses restorasi dalam hal ini dapat diartikan bahwa proses mengolah input $g(x,y)$ oleh filter(s), dan menghasilkan output citra $f'(x,y)$ yang relative bersih dari noise.

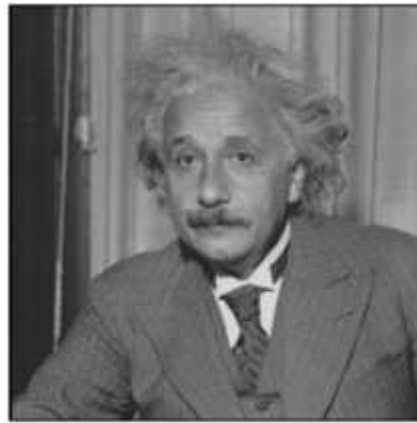
$$f'(x,y) = g(x,y) + \text{filter } s \dots\dots\dots(2.3)$$

2.4 Noise (Derau)

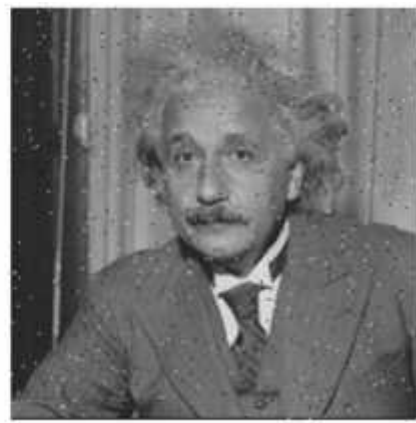
Noise adalah suatu gangguan yang disebabkan oleh penyimpanan data digital yang diterima oleh alat penerima data gambar yang dapat mengganggu kualitas citra. Noise dapat disebabkan oleh gangguan fisik (optik) pada alat

penangkap citra misalnya kotoran debu yang menempel pada lensa foto maupun akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Noise terbagi menjadi tiga yaitu :

- a. *Impulse noise* merupakan noise yang berbentuk sinyal impulse acak dan terdistribusi secara acak pula pada suatu citra digital. Adanya sinyal impulse ini menyebabkan diskontinuitas pada suatu segmen citra, atau pada suatu spatial window yang dievaluasi. Contoh *impulse noise* adalah *salt and pepper*.



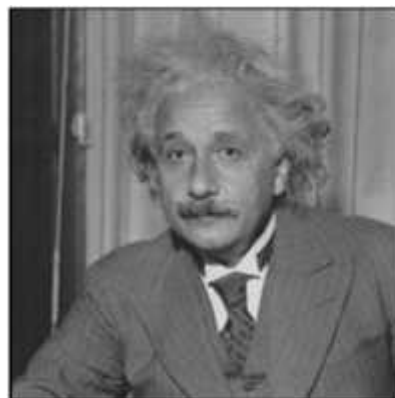
(a)



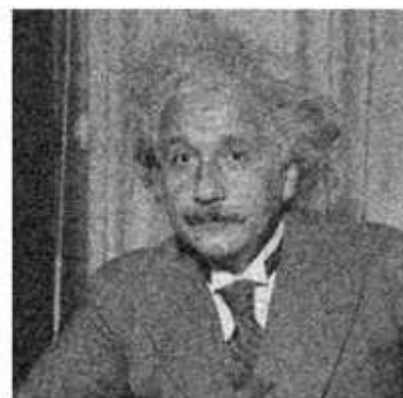
(b)

Gambar 2.7 a. Citra Asli , (b) Citra diberi noise salt and paper 0,01

- b. *Additive noise* adalah sinyal-sinyal dengan magnitude acak yang terdistribusi secara Gauss pada suatu citra digital. Contoh *additive noise* adalah derau putih (*white noise*) dan *Gaussian noise*. Contoh *Gaussian noise*.



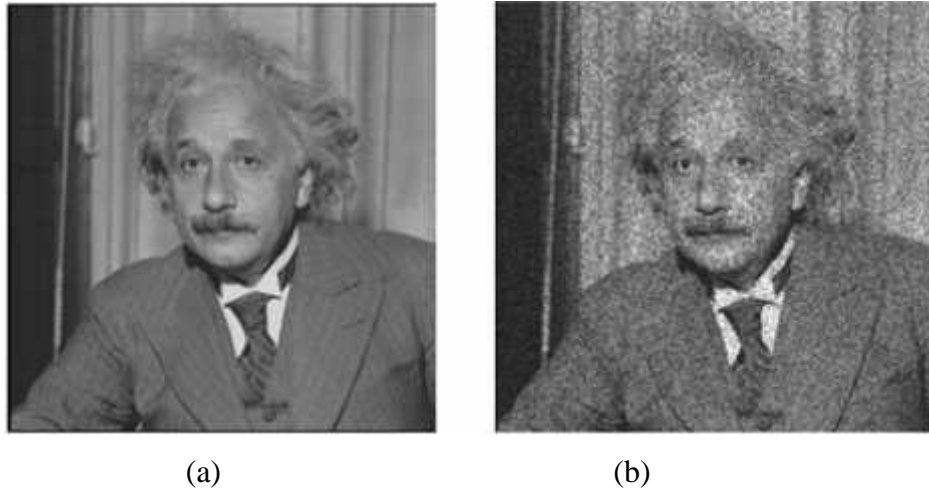
(a)



(b)

Gambar 2.8 (a) Citra Asli, (b) Citra diberi noise gaussian

- c. Multiplicative noise adalah suatu multiplikasi atau konvolusi dari beberapa noise dengan magnitude, distribusi dan intensitas yang berbeda. Contoh speckle noise.



Gambar 2.9 (a) Citra Asli, (b) Citra diberi noise spekle

2.5 Impulse Noise (*Salt and Pepper*)

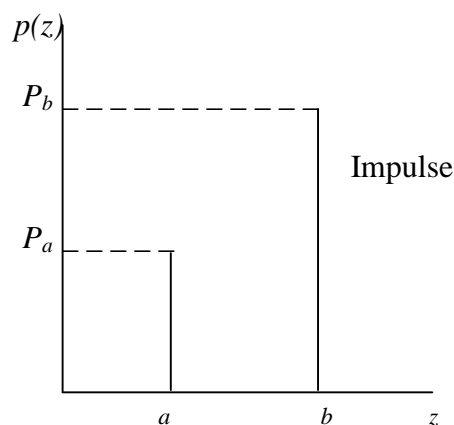
Noise *salt and pepper* adalah bentuk noise yang biasanya terlihat titik-titik hitam dan putih pada citra seperti tebaran garam dan merica. Noise *salt and pepper* disebabkan karena terjadinya error bit dalam pengiriman data, piksel-piksel yang tidak berfungsi dan kerusakan pada lokasi memori.

Secara matematis Impulse noise (salt and pepper) dapat dimodelkan, sebagai berikut (Gonzalez, 2008) :

$$p(z) = \begin{cases} P_a & \text{untuk } z = a \\ P_b & \text{untuk } z = b \\ 0 & \text{selainnya} \end{cases} \dots\dots\dots(2.4)$$

Jika $b > a$, intensitas dari b akan muncul sebagai titik terang cahaya pada citra. Sebaliknya, level a akan muncul sebagai titik gelap pada citra. Jika P_a atau P_b adalah nol, *noise* impulse disebut unipolar. Jika tak satupun probabilitas bernilai nol, dan terutama jika keduanya bernilai hampir sama, nilai-nilai *noise*

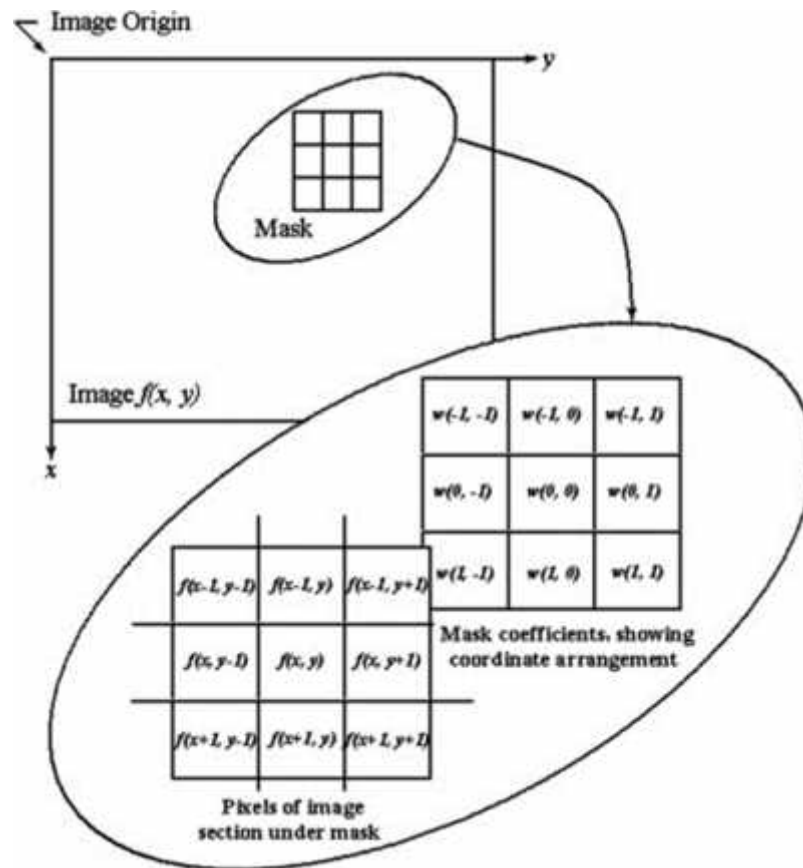
impulse akan memunculkan butir-butir garam dan merica (*salt and pepper*) yang didistribusi random pada citra. Karena alasan inilah, *noise* impulse bipolar disebut juga *noise salt-and-paper*. Karena intensitas impulse biasanya lebih besar disbanding intensitas piksel-piksel citra, maka *noise* impulse digitisasi sebagai nilai ekstrim (hitam atau putih) dalam citra. Dengan demikian, diasumsikan bahwa nilai piksel yang terkena noise adalah tersaturasi pada warna hitam atau warna putih skala derajat keabuan tersebut. Oleh sebab itu, impulse noise disebut *salt and pepper*, dimana bila titik noise adalah putih, diumpamakan sebagai taburan garam (*salt*) dan bila berwarna hitam, merupakan taburan merica (*pepper*). Untuk gambar 8 bit ini berarti bahwa biasanya $a=0$ (hitam) dan $b=255$ (putih).



Gambar 2.10 Impulse Noise

2.6 Spatial Filtering

Mekanisme dari filter spasial digambarkan dalam gambar 2.11. Prosesnya berisi pemindahan pusat dari filter mask w dari suatu titik ke titik yang lain dalam citra f . Pada setiap titik (x,y) , jawaban filter pada titik itu adalah jumlah dari perkalian koefisien filter dan tetangga piksel yang berkoresponden dalam rentang area oleh filter mask. Untuk mask dengan ukuran $m \times n$, biasanya $m = 2a+1$ dan $n = 2b+1$, dimana a dan b adalah bilangan bulat integer non-negatif. Prinsipnya mask selalu menggunakan bilangan ganjil positif selain 1 karena mask ganjil akan ada pusat titik yang unik.



Gambar 2.11 Filter mask 3 x 3 pada citra

Filter Mask menjadi dasar operasi konvolusi untuk proses koreksi dan restorasi citra, seperti yang telah digambarkan pada Gambar 2.11. secara umum untuk ukuran window ganjil sembarang, misalnya $m=2a+1$, dengan $a=0,1,2,\dots$ dapat dituliskan dengan formula sebagai berikut :

$$F'(x, y) = \sum_{s=-k}^k \sum_{t=-k}^k h(s, t) f(x + s, y + t) \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan : (x, y) : koordinat titik pusat piksel pada citra yang dievaluasi,
 h : window mask, dan
 f : piksel citra yang terdegradasi oleh noise.

Dalam perumusan, tidak ada salahnya untuk membentuk matriks window filter menjadi array 1 dimensi, demikian juga dengan sumber citra terdegradasi $h(x,y)$, sehingga memudahkan dalam proses evaluasi selanjutnya dalam metode statistik yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{ll}
 H(1) = h(-1,-1) & F(1) = f(x-1, y-1) \\
 H(2) = h(-1,0) & F(2) = f(x-1, y) \\
 H(3) = h(-1,1) & F(3) = f(x-1, y+1) \\
 H(4) = h(0,-1) & F(4) = f(x, y-1) \\
 H(5) = h(0,0) & F(5) = f(x, y) \\
 H(6) = h(0,1) & F(6) = f(x, y+1) \\
 H(7) = h(1,-1) & F(7) = f(x+1, y-1) \\
 H(8) = h(1,0) & F(8) = f(x+1, y) \\
 H(9) = h(1,1) & F(9) = f(x+1, y+1) \dots\dots\dots(2.6)
 \end{array}$$

Kemudian, proses koreksi pada blok restorasi akan menghitung setiap piksel pusat window, yang dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

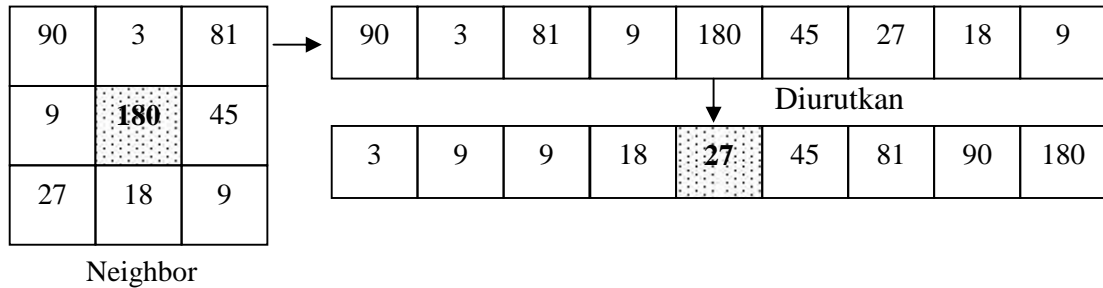
$$\begin{aligned}
 F'_{x+y} &= \sum_{r=1}^{k+k} F_r H_r \\
 &= H(1) F(1) + H(2) F(2) + \dots + H(9) F(9) \dots\dots\dots(2.7)
 \end{aligned}$$

2.7 Median Filter

Yang paling terkenal urutan filter statistic adalah filter median. Median filter menggantikan nilai piksel dengan median dari tingkat intensitas piksel tetangganya (Gonzalez, 2008) .

Metode median filter merupakan filter non-linear yang dikembangkan Tukey, yang berfungsi untuk menghaluskan dan mengurangi noise atau gangguan pada citra. Dikatakan nonlinear karena cara kerja penapis ini tidak termasuk kedalam kategori operasi konvolusi. Operasi nonlinear dihitung dengan mengurutkan nilai intensitas sekelompok piksel, kemudian menggantikan nilai piksel yang diproses dengan nilai tertentu.

Pada median filter suatu window atau penapis yang memuat sejumlah piksel ganjil digeser titik per titik pada seluruh daerah citra. Nilai-nilai yang berada pada window diurutkan secara ascending untuk kemudian dihitung nilai mediannya. Nilai tersebut akan menggantikan nilai yang berada pada pusat bidang window.



Gambar 2.12 Median Filtering

Nilai 27 ini akan menggantikan nilai 180 sebagai output dari proses median filtering.

Jika suatu window ditempatkan pada suatu bidang citra, maka nilai piksel pada pusat bidang window dapat dihitung dengan mencari nilai median dari nilai intensitas sekelompok piksel yang telah diurutkan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$g(x, y) = \text{Median} \{f(x - i, y - j), (i, j) \in w\} \dots\dots\dots(2.8)$$

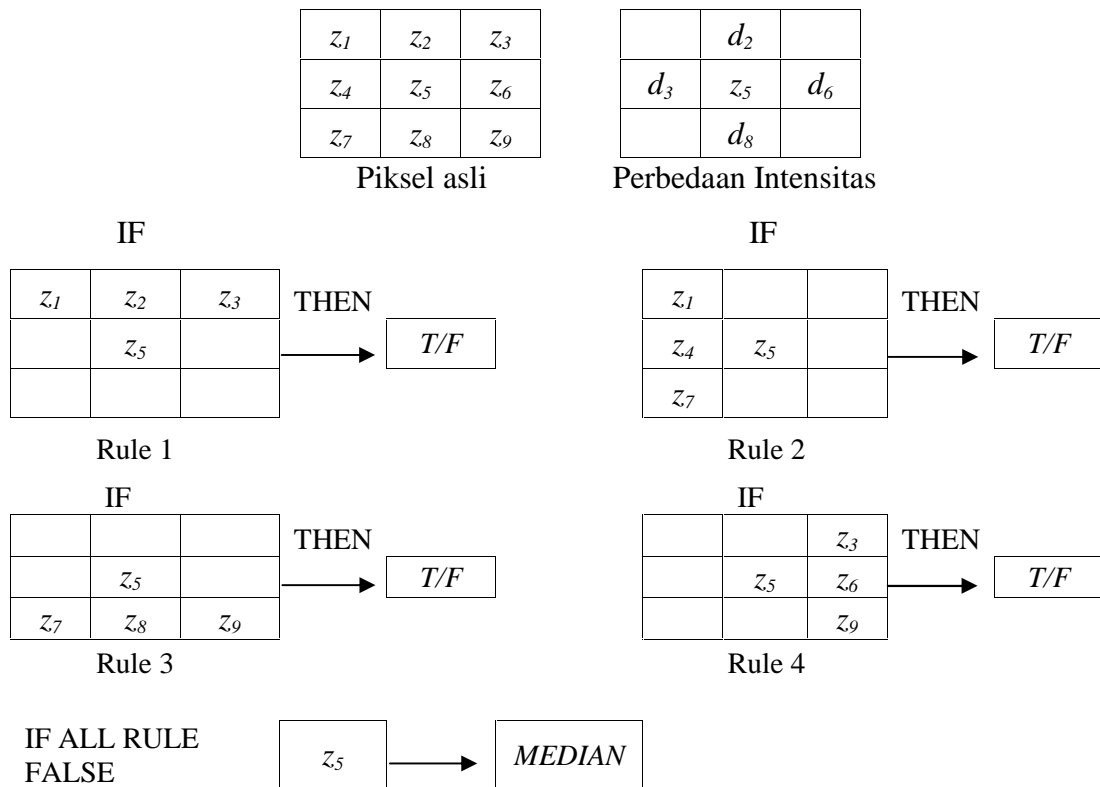
dimana $g(x,y)$ merupakan citra yang dihasilkan dari citra $f(x,y)$ dengan w sebagai window yang ditempatkan pada bidang citra dan (i,j) elemen dari window tersebut.

2.8 Deteksi Noise

Kita dapat mengembangkan algoritma deteksi noise berdasarkan pada konsep sederhana yaitu jika piksel milik daerah yang seragam, kemudian itu adalah dekat warnanya dengan piksel tetangganya, maka tidak dikoreksi, apabila tidak ada yang dekat dengan piksel tetangganya, maka terdeteksi noise kemudian nilai pikselnya diganti dengan median dari window yang dievaluasi. Untuk

ekspresi konsep window, kita dapat mempertimbangkan perbedaan intensitas antara piksel pusat dan tetangga-tetangganya. untuk lingkungan 3x3 pada Gambar 2.6 dan Gambar 2.7, perbedaan antara piksel pusat dan masing-masing tetangga membentuk subimage ukuran 3x3, di mana d_i menunjukkan perbedaan intensitas antara tetangga I dan titik pusat ($d_i = z_i - z_5$ adalah nilai intensitas). Satu set sederhana dari empat aturan deteksi dan satu aturan koreksi mengimplementasikan inti dari konsep deteksi noise yaitu :

1. Aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata dari piksel tepi yang sebaris dengan piksel pusat pada window. Aturannya ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



IF

	z_5	
z_7	z_8	z_9

THEN

T/F

Rule 3

IF

		z_3
	z_5	z_6
		z_9

THEN

T/F

IF ALL RULE FALSE

z_5

→

MEDIAN

Gambar 2.13 Set aturan modifikasi pertama untuk deteksi noise pada spasial window 3 x 3

Keterangan :

Rule 1 : IF $d_2 = \frac{z_1 + z_2 + z_3}{3} - z_5 \leq 10$ THEN True/False

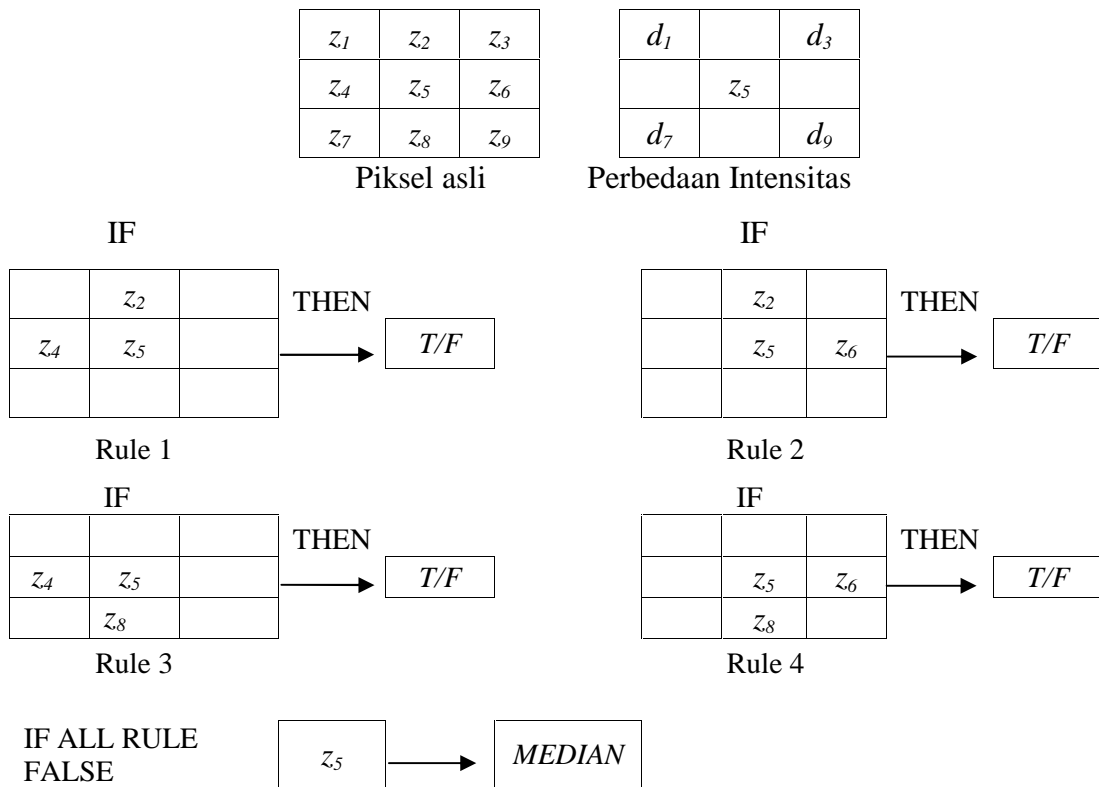
Rule 2 : IF $d_3 = \frac{z_1+z_4+z_7}{3} - z_5 \leq 10$ THEN *True/False*

Rule 3 : IF $d_6 = \frac{z_7+z_8+z_9}{3} - z_5 \leq 10$ THEN *True/False*

Rule 4 : IF $d_8 = \frac{z_3+z_6+z_9}{3} - z_5 \leq 10$ THEN *True/False*

IF ALL FALSE THEN $z_5 = \text{Median}(Z) \dots \dots \dots (2.9)$

2. Aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata piksel tetangga yang dipilih 2 titik menurut arah mata angin dengan piksel pusat. Aturannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.14 Set aturan kedua untuk deteksi noise pada spasial window 3 x 3

Keterangan :

Rule 1 : IF $d_1 = \frac{z_2+z_4}{2} - z_5 \leq 10$ THEN *True/False*

Rule 2 : IF $d_3 = \frac{z_2+z_6}{2} - z_5 \leq 10$ THEN *True/False*

$$\begin{aligned}
\text{Rule 3} & : \text{IF } d_7 = \frac{z_4 + z_8}{2} - z_5 \leq 10 \text{ THEN True/False} \\
\text{Rule 4} & : \text{IF } d_9 = \frac{z_6 + z_8}{2} - z_5 \leq 10 \text{ THEN True/False} \\
& \text{IF ALL FALSE THEN } z_5 = \text{Median}(Z) \dots \dots \dots (2.10)
\end{aligned}$$

Gambar 2.6 dan Gambar 2.7 menunjukkan grafis aturan tersebut di atas, di mana z_5 adalah titik pusat window dikoreksi dengan aturan kedekatan dengan piksel tetangga.

2.9 Pengukuran Error Filtering Citra

Dalam filtering image terdapat suatu standar pengukuran error (galat) filtering yaitu :

1. MSE (Mean Square Error), yaitu pengukuran error dari hasil filtering. Nilai MSE didapat dengan membandingkan nilai selisih piksel-piksel citra asal dengan citra hasil pada posisi piksel yang sama. Semakin besar nilai MSE, maka tampilan pada citra hasil akan semakin buruk. Sebaliknya, semakin kecil nilai MSE, maka tampilan pada citra hasil akan semakin baik. Satuan nilai dari MSE adalah dB (*deciBell*) Perhitungan MSE dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{MSE} = \frac{1}{LMN} \sum_{z=1}^L \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N |x, y, z - I(x, y, z)|^2 \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

$I(x, y, z)$ adalah nilai piksel di citra asli

$I'(x, y, z)$ adalah nilai piksel pada citra hasil filtering

L adalah dimensi citra, jika citra grayscale $L=1$, Citra berwarna $L=3$

M,N adalah dimensi image

2. *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), yaitu untuk menghitung peak error. PSNR merupakan sebuah perhitungan yang menentukan nilai dari sebuah citra yang dihasilkan. Nilai PSNR ditentukan oleh besar atau kecilnya nilai MSE yang terjadi pada citra. Semakin besar nilai PSNR, semakin baik pula hasil

yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Sebaliknya, semakin kecil nilai PSNR, maka akan semakin buruk pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Satuan nilai dari PSNR sama seperti MSE, yaitu dB (*deciBell*). Jadi hubungan antara nilai PSNR dengan nilai MSE adalah semakin besar nilai PSNR, maka akan semakin kecil nilai MSE-nya. Perhitungan PSNR dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{PSNR} = 10 \times \log_{10} (255^2/\text{MSE}) \dots \dots \dots (2.12)$$

2.10 Simulasi Perhitungan Manual

2.10.1 Aturan Pertama Deteksi Noise

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

Citra Asli yang terkena Noise

Noise pada citra akan dihilangkan dengan *modified median filter* menggunakan aturan kedua deteksi noise, dengan cara mengevaluasi setiap titik pada citra dengan membentuk spasial window 3x3 menggunakan aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata piksel yang sebaris dengan piksel pusat.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

		TRUE	
TRUE		5	TRUE
		TRUE	

$$\text{IF } F(1,2) = \frac{2+4+5}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(2,1) = \frac{2+3+1}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(3,2) = \frac{1+1+5}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(2,3) = \frac{5+6+5}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$F(2,2) = F(2,2) \\ = 5$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,2). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

		TRUE	
TRUE		6	FALSE
		TRUE	

$$\text{IF } F(1,3) = \frac{4+5+6}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\begin{aligned} \text{IF } F(2,2) &= \frac{4+5+1}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True} \\ \text{IF } F(3,3) &= \frac{1+5+6}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True} \\ \text{IF } F(2,4) &= \frac{6+160+6}{3} - 5 \leq 10 \text{ THEN } \textit{False} \\ F(2,3) &= F(2,3) \\ &= 6 \end{aligned}$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,3). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	5	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

		FALSE		
FALSE		6		FALSE
		FALSE		

$$\begin{aligned} \text{IF } F(1,4) &= \frac{5+6+6}{3} - 160 \leq 10 \text{ THEN } \textit{False} \\ \text{IF } F(2,3) &= \frac{5+5+5}{3} - 160 \leq 10 \text{ THEN } \textit{False} \\ \text{IF } F(3,4) &= \frac{5+6+6}{3} - 160 \leq 10 \text{ THEN } \textit{False} \\ \text{IF } F(2,5) &= \frac{6+4+6}{3} - 160 \leq 10 \text{ THEN } \textit{False} \\ \text{IF ALL } \textit{False} &\text{ THEN } F(2,4) = \text{Median } (F(1,3):F(3,5)) \\ &= 6 \end{aligned}$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,4). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	5	6	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

		TRUE		
TRUE		4		TRUE
		TRUE		

$$\text{IF } F(1,5) = \frac{6+6+5}{3} - 4 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(2,4) = \frac{6+6+6}{3} - 4 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(3,5) = \frac{6+6+7}{3} - 4 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(2,6) = \frac{5+6+7}{3} - 4 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$F(2,5) = F(2,5)$$

$$= 4$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,5). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	5	6	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

		TRUE		
TRUE		6		TRUE
		TRUE		

$$\text{IF } F(1,6) = \frac{6+5+7}{3} - 6 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(2,5) = \frac{6+4+6}{3} - 6 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(3,6) = \frac{6+7+8}{3} - 6 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(2,7) = \frac{7+7+8}{3} - 6 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$F(2,6) = F(2,6)$$

$$= 6$$

Dan seterusnya sampai piksel terakhir.

2.10.2 Aturan Kedua Deteksi Noise

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

Citra Asli yang terkena Noise

Noise pada citra akan dihilangkan dengan *modified median filter* menggunakan aturan pertama deteksi noise, dengan cara mengevaluasi setiap titik pada citra dengan membentuk spasial window 3x3 menggunakan aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata piksel tetangga yang dipilih 2 titik menurut arah mata angin dengan piksel pusat.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

TRUE		TRUE
	5	
TRUE		TRUE

$$\text{IF } F(1,1) = \frac{4+3}{2} - 5 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True}$$

$$\text{IF } F(1,3) = \frac{4+6}{2} - 5 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True}$$

$$\text{IF } F(3,1) = \frac{3+1}{2} - 5 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True}$$

$$\text{IF } F(3,3) = \frac{6+1}{2} - 5 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True}$$

$$F(2,2) = F(2,2)$$

$$= 5$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,2). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

TRUE		FALSE
	6	
TRUE		FALSE

$$\text{IF } F(1,2) = \frac{5+5}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True}$$

$$\text{IF } F(1,4) = \frac{5+160}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \textit{False}$$

$$\text{IF } F(3,2) = \frac{5+5}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \textit{True}$$

$$\text{IF } F(3,4) = \frac{160+5}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \textit{False}$$

$$F(2,3) = F(2,3)$$

$$= 6$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,3). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	160	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

FALSE		FALSE
	6	
FALSE		FALSE

$$\text{IF } F(1,3) = \frac{6+6}{2} - 160 \leq 10 \text{ THEN False}$$

$$\text{IF } F(1,5) = \frac{6+4}{2} - 160 \leq 10 \text{ THEN False}$$

$$\text{IF } F(3,3) = \frac{6+6}{2} - 160 \leq 10 \text{ THEN False}$$

$$\text{IF } F(5,5) = \frac{4+6}{2} - 160 \leq 10 \text{ THEN False}$$

$$\text{IF ALL False THEN } F(2,4) = \text{Median } (F(1,3) : F(3,5)) \\ = 6$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,4). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7
3	5	6	6	4	6	7
1	1	5	6	6	7	8
6	6	5	5	200	6	7
7	7	7	6	5	6	6
3	4	5	5	5	6	7

TRUE		TRUE
	4	
TRUE		TRUE

$$\text{IF } F(1,4) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(1,6) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ THEN True}$$

$$\text{IF } F(3,4) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ THEN } \text{True}$$

$$\text{IF } F(3,6) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ THEN } \text{True}$$

$$F(2,5) = F(2,5)$$

$$= 4$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,5). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

2	4	5	6	6	5	7	TRUE		TRUE
3	5	6	6	4	6	7		6	
1	1	5	6	6	7	8	TRUE		TRUE
6	6	5	5	200	6	7			
7	7	7	6	5	6	6			
3	4	5	5	5	6	7			

$$\text{IF } F(1,5) = \frac{5+4}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \text{True}$$

$$\text{IF } F(1,7) = \frac{5+7}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \text{True}$$

$$\text{IF } F(3,5) = \frac{4+7}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \text{True}$$

$$\text{IF } F(3,7) = \frac{7+7}{2} - 6 \leq 10 \text{ THEN } \text{True}$$

$$F(2,6) = F(2,6)$$

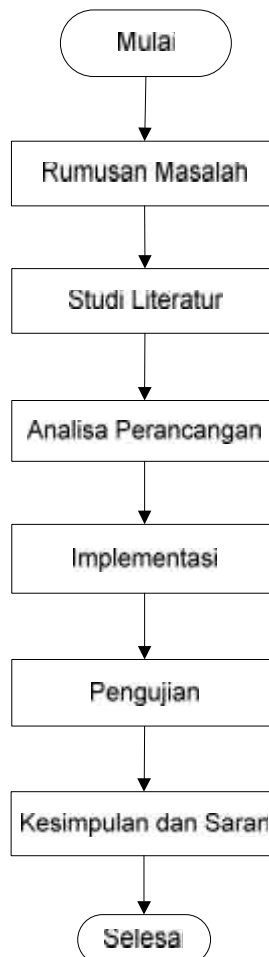
$$= 6$$

Dan seterusnya sampai piksel terakhir.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan-tahapan yang dilalui dalam sebuah penelitian, mulai dari perumusan masalah, perancangan, analisis, implementasi sampai dengan penarikan kesimpulan yang membentuk sebuah alur yang sistematis. Berikut ini adalah metodologi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir yang berjudul *"Impulse Noise Detection Dan Removal Pada Citra Digital Menggunakan Metode Modified Median Filter"*. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 3.1. *Flowchart* metodologi penelitian berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.1 Rumusan Masalah

Pada tahap ini dirumuskan sebuah permasalahan mengenai deteksi dan reduksi impulse noise. Dimana perumusan masalah ini diuraikan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan yang pada akhirnya nanti akan diselesaikan pada penelitian ini dan tahap-tahap penyelesaian permasalahan disesuaikan dengan disiplin ilmu yang dipelajari dan metode yang akan digunakan. Apabila permasalahan mengenai deteksi dan reduksi impulse noise dapat dirumuskan, maka langkah selanjutnya yang dapat diambil adalah menentukan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang ada.

3.2 Studi Literatur

Pada tahap ini akan dipelajari sejumlah literatur mengenai konsep yang berkaitan dengan *modified median filter* dan matlab. Literatur diperoleh baik melalui buku, paper pendukung, maupun dari internet.

3.3 Analisa Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan algoritma. Algoritma yang dirancang adalah :

1. Algoritma untuk menerima atau membaca citra dan memberikan noise pada citra.
2. Algoritma untuk membuat filter yang dapat mengurangi noise.
3. Algoritma untuk menghitung PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) dari output filter terhadap citra asli.

3.4 Implementasi

Pada tahap ini dilakukan implementasi metode *modified median filter* dari rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya dengan menggunakan MATLAB.

3.5 Pengujian

Pada tahap ini dilakukan uji coba dengan menggunakan citra masukan yang bervariasi untuk mencoba jalannya aplikasi apakah telah sesuai dengan rancangan dan desain implementasi yang dibuat dengan melakukan pengamatan kualitatif dengan membandingkan citra asli, citra terkena noise dan citra output dari filter dan analisa kuantitatif yaitu membandingkan nilai PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) masing-masing output dengan citra aslinya.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Tahapan akhir dari penelitian adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari tahapan sebelumnya, serta memberikan saran-saran untuk menyempurnakan dan mengembangkan penelitian itu.

BAB IV

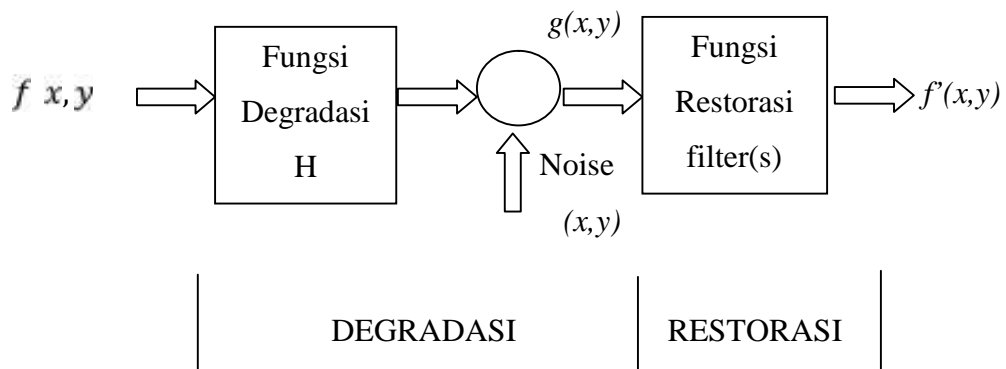
ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai analisa dan perancangan program noise filter dengan menggunakan Matlab. Analisa bertujuan untuk mengidentifikasi masalah, mengetahui cara kerja perbaikan citra dan output filter yang diharapkan. Sedangkan perancangan akan membahas tentang perancangan program filter yang akan dibangun.

4.1 Analisa Model Sistem

Operasi perbaikan citra bertujuan untuk menghilangkan cacat pada citra. Perbaikan citra (*image restoration*) diartikan untuk mengolah citra digital yang didapat agar lebih mendekati bentuk citra aslinya, atau sering disebut sebagai proses mendapatkan kembali (rekontruksi) citra asli dari suatu citra yang asli yang telah mengalami proses degradasi.

Sistem detection dan removal noise pada citra digital pada penelitian ini dibangun berdasarkan model proses degradasi/restorasi pada citra digital (Gonzalez, 2008).



Gambar 4.1 Model Proses Degradasi/Restorasi

Dengan menggunakan model ini, maka pada hakekatnya suatu citra yang dilihat sesungguhnya merupakan citra yang telah mengalami suatu proses

degradasi yang dalam hal ini digambarkan sebagai H ditambah dengan suatu noise (x,y) , secara matematis, model degradasi diformulasikan sebagai berikut :

$$g(x,y) = Hf(x,y) + \eta(x,y)$$

Untuk memperbaiki kualitas citra yang telah terdegradasi oleh noise maka digunakan filter noise. $g(x,y)$ merupakan citra ber-noise yang akan diperbaiki piksel demi piksel berdasarkan nilai piksel tetangganya dengan menggunakan metode filter. Model fungsi restorasi dari gambar 4.1 di atas yaitu proses mengolah input $g(x,y)$ oleh $filter(s)$ dan menghasilkan output citra $f'(x,y)$, maka model restorasi diformulasikan :

$$f'(x,y) = g(x,y) + filter(s)$$

Filter(s) yang akan dikembangkan pada penelitian ini akan diberi nama yaitu:

1. fitri adalah nama untuk median filter.
2. fitri1 adalah nama untuk modified median filter I.
3. fitri2 adalah nama untuk modified median filter II.

4.2 Perancangan Algoritma

Sistem *detection* dan *removal* noise pada citra dibangun menggunakan Matlab berbasis teks yang dapat dijalankan langsung pada console Matlab. Sistem ini terdiri dari program utama dan fungsi-fungsi filter yang dipanggil oleh program utama pada saat memilih filter.

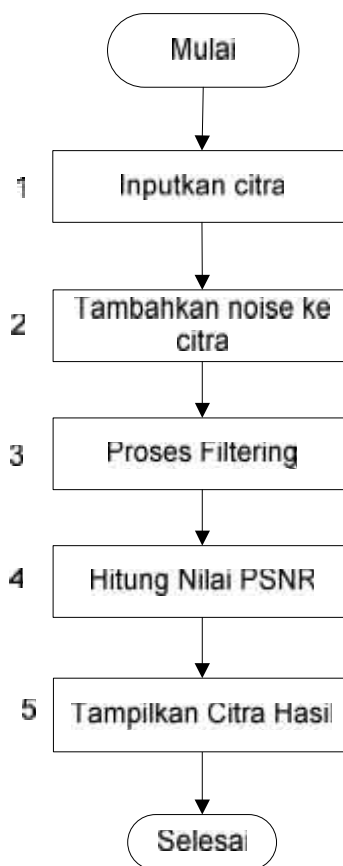
Output yang ditampilkan berupa citra asli, citra terkena noise dan citra yang telah diperbaiki dari noise dan ditampilkan juga nilai PSNR dari citra terkena noise dan citra yang telah diperbaiki dari noise.

Pengamatan kualitatif dilakukan dengan membandingkan citra secara berjajar sehingga dapat dilihat seberapa baik kualitas output filter yang dihasilkan. Sedangkan pengamatan kuantitatif dilakukan dengan menganalisa nilai PSNR dalam suatu grafik.

4.2.1 Program Utama

Tahapan-tahapan pada program utama pada penelitian ini sesuai dengan diagram alir pada gambar 4.1 berikut :

1. Inputkan citra yang akan diuji.
2. Tambahkan noise (*salt & papper*) ke citra.
3. Proses Filtering
4. Hitung nilai PSNR
5. Tampilkan Citra Hasil



Gambar 4.2 Flowchart Program Utama

4.2.2 Tahap Input Citra

Pada tahap ini merupakan awal proses penelitian dengan melakukan pengambilan citra. Ada beberapa file citra yang didukung oleh Matlab, yaitu citra

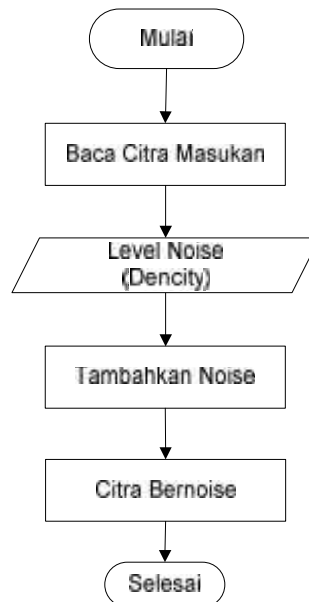
dengan format bitmap (*.bmp), JPEG (*.jpg), png (*.png) dan lain sebagainya. Source code pada program utama yang digunakan untuk membaca file citra yaitu:

```
1 nama = input('Nama File Citra : ','s');  
2 f=imread (nama);
```

Parameter “nama” merupakan string yang berisi nama lengkap file dari file citra. Sedangkan fungsi “imread” pada Matlab yaitu untuk membaca sebuah citra pada folder citra yang merupakan folder yang berada di direktori kerja.

4.2.3 Tahap Proses Penambahan Noise

Setelah tahap input citra maka tahap selanjutnya yaitu tahap penambahan noise salt and papper pada citra digital. Adapaun proses penambahannya yaitu :



Gambar 4.3 Tahap penambahan noise

Pada proses ini dilakukan penambahan noise terhadap data citra yang telah dipilih pengguna. Pengguna memasukkan tingkat intensitas noise yang akan diberikan pada citra. Parameter yang diperlukan pada proses penambahan noise ini adalah nilai densitas, semakin besar nilai densitas maka citra akan semakin mengandung banyak noise. Jenis noise yang dikenakan pada citra adalah noise salt and pepper. Kisaran nilai densitas yang diberikan pada sistem ini adalah 10%,

20%, 30% dan 40%. Dalam Matlab satuan dalam persen dikonversi ke dalam desimal, misalnya 10% = 0,1. *Source code* untuk menambahkan noise pada citra sebagai berikut :

```
1 level=input('Level Noise (0-1): ');
2 G = imnoise(f,'salt & pepper', level);
```

Source code 1 adalah untuk meng-*input*-kan level noise atau densitas noise pada citra sedangkan *source code* 2 untuk menambahkan *noise salt and pepper* ke citra f (citra asli).

4.2.4 Tahap Filter Citra

Tahap ini merupakan tindak lanjut dari tahap penambahan noise pada citra dimana citra yang sudah terkena noise diproses dengan tiga jenis filter yaitu median filter, modified median filter I dan modified median filter II. Dalam penelitian ini pengguna dapat memilih jenis filter yang diinginkan untuk mereduksi noise pada citra. Apabila pengguna tidak memilih jenis filter, maka sistem akan menjalankan ketiga jenis filter tersebut. Proses memilih jenis filter dapat dijabarkan pada *source code* berikut ini :

```
1 disp ('Pilih filter : 1. Median Filter');
2 disp ('                2. Modified Median Filter I');
3 disp ('                3. Modified Median Filter II');
4 disp ('Keterangan : Default ketiganya dijalankan');
5 pilih = input ('pilih 1, 2 atau 3, enter untuk default : ');
6 if pilih == 2 || pilih ==3,
7     limit = input ('Masukkan batas threshold dari kedekatan
8                     piksel : ');
9 end
```

Fungsi *disp* (*source code* 1-4) digunakan untuk menampilkan pesan pada command window. *Source code* 5 merupakan fungsi yang digunakan untuk memilih jenis filter yang akan digunakan untuk proses filtering citra. Jika pengguna memilih modified median filter I atau modified median filter II (*source code* 6), maka pengguna perlu memasukkan nilai batas threshold misalnya threshold 20, 40, 60 (*source code* 7).

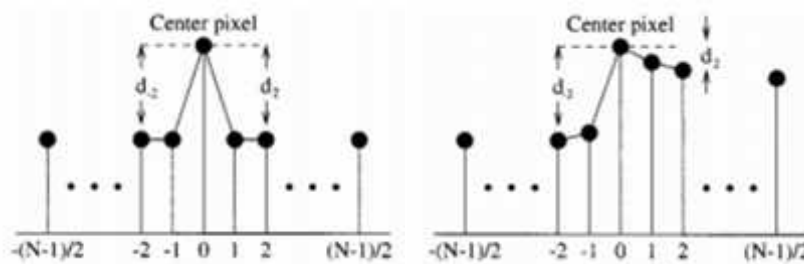
Seperti telah dijelaskan pada Bab 2.6, untuk memudahkan evaluasi, matriks window ditranspose menjadi ukuran 1x9, sesuai dengan persamaan (2.6). Hal ini dapat dijabarkan sebagaimana terlihat pada *source code* berikut ini.

```

F(1)=f(x-1,y-1,z);
F(2)=f(x-1,y,z);
F(3)=f(x-1,y+1,z);
F(4)=f(x,y-1,z);
F(5)=f(x,y,z);
F(6)=f(x,y+1,z);
F(7)=f(x+1,y-1,z);
F(8)=f(x+1,y,z);
F(9)=f(x+1,y+1,z);

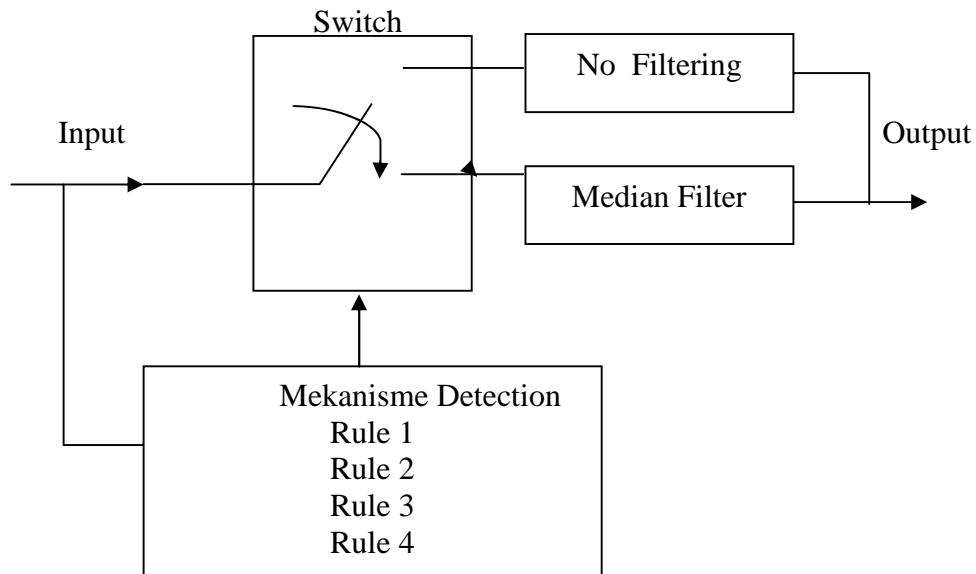
```

Pada penelitian ini, kita dapat mengembangkan algoritma deteksi noise berdasarkan pada konsep sederhana yaitu jika piksel milik daerah yang seragam, kemudian itu adalah dekat warnanya dengan piksel tetangganya, maka tidak dikoreksi, apabila tidak ada yang dekat dengan piksel tetangganya, maka terdeteksi noise kemudian nilai pikselnya diganti dengan median dari window yang dievaluasi.



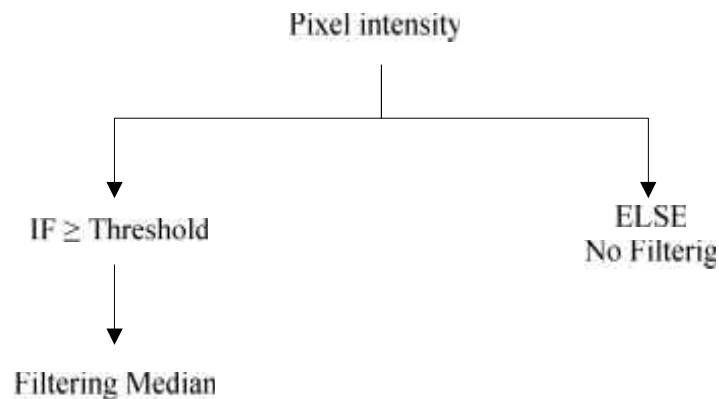
Gambar 4.4 Deteksi noise

Untuk mendeteksi citra digital yang terkena noise pada penelitian ini berdasarkan pada jurnal How-Lung Eng dan Kai-Kuang Ma (2001), dalam penelitian soft-switching median filter digunakan untuk mengurasi noise dengan arsitektur seperti ditunjukkan pada Gambar. 4.5, diikuti dengan menerapkan operasi filtering yang tepat seperti yang diuraikan dalam Gambar. 4.6.



Gambar 4.5 Noise adaptive soft-switching median filter

Pada gambar 4.5 citra input yang terkena noise diidentifikasi menggunakan mekanisme deteksi noise yang dijelaskan pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Jika citra tidak terdeteksi noise maka tidak dilakukan proses filtering, sebaliknya jika citra terdeteksi noise maka dilakukan proses median filter.



Gambar 4.6 Hierarki operasi filtering

Pada gambar 4.6 jika intensitas noise besar dari nilai threshold maka dilakukan filter median jika kecil dari nilai threshold maka tidak dilakukan proses filter.

Program filter yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Median Filter

Jika suatu window ditempatkan pada suatu bidang citra, maka nilai pixel pada pusat bidang window dapat dihitung dengan mencari nilai median dari nilai intensitas sekelompok pixel yang telah diurutkan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$g(x, y) = \text{Median} \{f(x-i, y-j), (i, j) \in w\}$$

dimana $g(x,y)$ merupakan citra yang dihasilkan dari citra $f(x,y)$ dengan w sebagai window yang ditempatkan pada bidang citra dan (i,j) elemen dari window tersebut. Berikut adalah source code median filter :

```

1  F(1)=f(x-1,y-1,z);
2  F(2)=f(x-1,y,z);
3  F(3)=f(x-1,y+1,z);
4  F(4)=f(x,y-1,z);
5  F(5)=f(x,y,z);
6  F(6)=f(x,y+1,z);
7  F(7)=f(x+1,y-1,z);
8  F(8)=f(x+1,y,z);
9  F(9)=f(x+1,y+1,z);
10 filtered(x,y,z)=median(F);

```

Source code 1-9 merupakan fungsi transpose matrik window 3 x 3 sedangkan source code 10 merupakan rumus median filter.

2. Modified Median Filter I

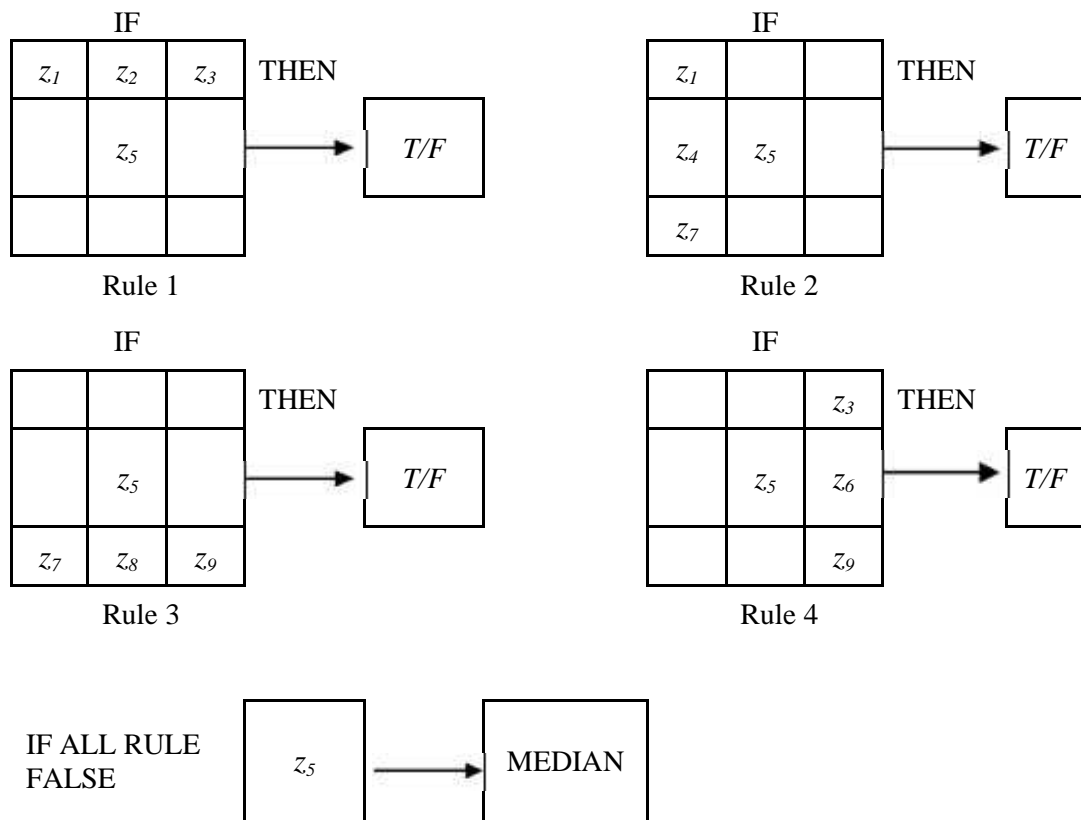
Aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata dari piksel tepi yang sebaris dengan piksel pusat pada window. Aturannya ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

z_1	z_2	z_3
z_4	z_5	z_6
z_7	z_8	z_9

Pixel asli

	d_2	
d_3	z_5	d_6
	d_8	

Perbedaan Intensitas



Gambar 4.7 Set aturan modifikasi pertama untuk deteksi noise pada spasial window 3 x 3

Keterangan :

Rule 1 : IF $d_2 = \left| \frac{z_1 + z_2 + z_3}{3} - z_5 \right| \leq 10$ THEN True/False

Rule 2 : IF $d_3 = \left| \frac{z_1 + z_4 + z_7}{3} - z_5 \right| \leq 10$ THEN True/False

Rule 3 : IF $d_6 = \left| \frac{z_7 + z_8 + z_9}{3} - z_5 \right| \leq 10$ THEN True/False

Rule 4 : IF $d_8 = \left| \frac{z_3 + z_6 + z_9}{3} - z_5 \right| \leq 10$ THEN True/False

IF ALL FALSE THEN $z_5 = \text{Median}(Z)$

Proses mendeteksi noise pada set aturan modifikasi pertama dapat dijabarkan pada source code sebagai berikut :

```
1 rata1=(F(1)+F(2)+F(3))/3;
2 rata2=(F(1)+F(4)+F(7))/3;
3 rata3=(F(3)+F(6)+F(9))/3;
4 rata4=(F(7)+F(8)+F(9))/3;
```

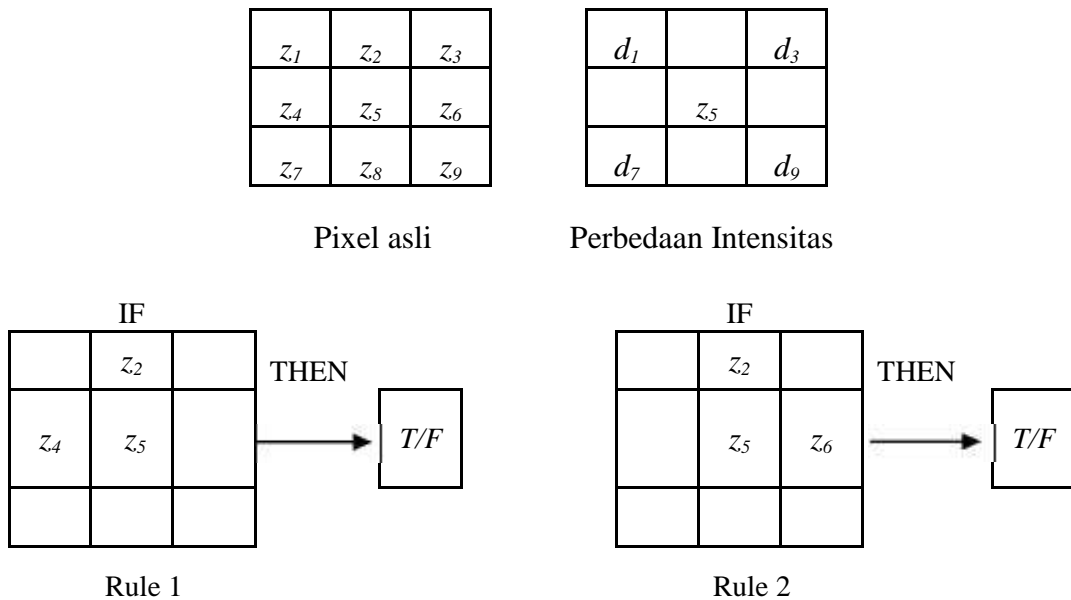
```

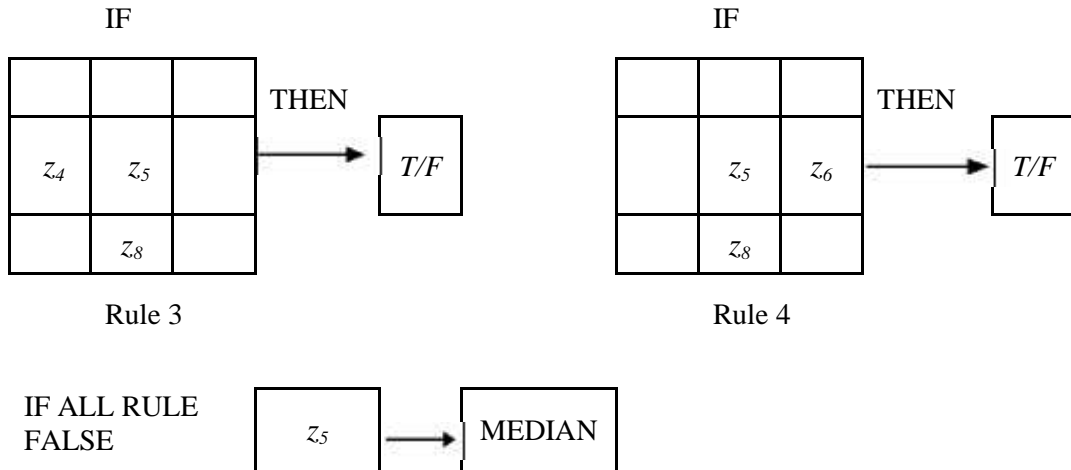
5  if (abs(f(x,y,z)-rata1)<=limit)
6      stat1=1;
7      else stat1=0;
8      end
9  if (abs(f(x,y,z)-rata2)<=limit)
10     stat2=1;
11     else stat2=0;
12     end
13 if (abs(f(x,y,z)-rata3)<=limit)
14     stat3=1;
15     else stat3=0;
16     end
17 if (abs(f(x,y,z)-rata4)<=limit)
18     stat4=1;
19     else stat4=0;
20     end
21 if (stat1==0 && stat2==0 && stat3==0 && stat4==0)
22     filtered(x,y,z)=median(F);
23 else filtered(x,y,z)=f(x,y,z);
24 end

```

3. Modified Median Filter II

Aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata pixel tetangga yang dipilih 2 titik menurut arah mata angin dengan pixel pusat. Aturannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :





Gambar 4.8 Set aturan kedua untuk deteksi noise pada spasial window 3 x 3

Keterangan :

- Rule 1 : IF $d_1 = \left| \frac{z_2 + z_4}{2} - z_5 \right| \leq 10$ THEN *True/False*
- Rule 2 : IF $d_3 = \left| \frac{z_2 + z_6}{2} - z_5 \right| \leq 10$ THEN *True/False*
- Rule 3 : IF $d_7 = \left| \frac{z_4 + z_8}{2} - z_5 \right| \leq 10$ THEN *True/False*
- Rule 4 : IF $d_9 = \left| \frac{z_6 + z_8}{2} - z_5 \right| \leq 10$ THEN *True/False*
- IF ALL FALSE THEN $z_5 = \text{Median}(Z)$

Proses mendeteksi noise pada set aturan modifikasi kedua dapat dijabarkan pada source code sebagai berikut :

```

1 rata1=(F(2)+F(4))/2;
2 rata2=(F(2)+F(6))/2;
3 rata3=(F(4)+F(8))/2;
4 rata4=(F(6)+F(8))/2;
5 if (abs(f(x,y,z)-rata1)<=limit)
6     stat1=1;
7     else stat1=0;
8     end
9 if (abs(f(x,y,z)-rata2)<=limit)
10    stat2=1;
11    else stat2=0;
12    end
13 if (abs(f(x,y,z)-rata3)<=limit)
14    stat3=1;
15    else stat3=0;
16    end
17 if (abs(f(x,y,z)-rata4)<=limit)

```

```

18     stat4=1;
19     else stat4=0;
20     end
21 if (stat1==0 && stat2==0 && stat3==0 && stat4==0)
22     filtered(x,y,z)=median(F);
23     else filtered(x,y,z)=f(x,y,z);
24     end

```

4.2.5 Tahap Perhitungan PSNR

Dalam citra digital terdapat suatu standar pengukuran error (galat) kualitas citra, yaitu besaran MSE dan PSNR. Tingkat keberhasilan dan performa dari suatu metode filtering pada citra dihitung dengan menggunakan Peak Sinyal to Noise Ratio atau biasa disingkat dengan PSNR. Meskipun performa metode filtering juga dapat diukur dengan teknik visual (hanya melihat pada citra hasil dan membandingkannya dengan citra yang terdapat noise). Namun hasil pengukuran teknik visual setiap orang berbeda-beda. Sehingga MSE dan PSNR merupakan solusi pengukuran performa yang baik. Seperti telah dijelaskan pada Bab 2.9, untuk mengukur kualitas citra, sesuai dengan persamaan (2.11) dan persamaan (2.12), maka dapat dijabarkan sebagaimana terlihat pada source code berikut ini.

```

1 function y=psnr(a,f)
2 % Fungsi ini berguna untuk menghitung nilai PSNR
3 a=double(a);
4 f=double(f);
5 [m n rgb]=size(a);
6 % Perhitungan MSE, Persamaan 2.11
7 y=0;
8 for i=1:m
9     for j=1:n
10         for k=1:rgb
11             y = y+(a(i,j,k)-f(i,j,k))^2;
12         end
13     end
14 end
15 y=y/(m*n*rgb);
16 % Perhitungan PSNR, Persamaan 2.12
17 y= 10*log10 (255^2/y);

```

function digunakan untuk mendefinisikan sebuah fungsi dengan nama `psnr` yang dapat menerima masukan `a` dan `f` dengan tipe data `double` dan menghasilkan keluaran `y`. Source code 7-15 merupakan rumus perhitungan MSE sedangkan perhitungan PSNR ditunjukkan pada source code 17.

BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 Implementasi Perangkat Lunak

Pada tahapan ini merupakan tahapan dimana skrip program Matlab yang telah dianalisa dan ditulis sejak awal siap untuk dijalankan atau dipakai. Namun untuk memberikan nilai yang sesuai dengan harapan atau perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan secara manual. Maka perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu agar layak untuk dipergunakan.

5.1.1 Perangkat Pendukung

a. Perangkat Keras

1. Processor : Intel Core Duo
2. Memori : 1 G
3. Harddisk : 256 GB

b. Perangkat lunak

1. Bahasa Pemograman : Matlab
2. *Platform* : *Windows 7*

5.1.2 Parameter Pengujian

Berikut ini adalah beberapa parameter yang ikut serta dalam pengujian :

1. Penentuan level densitas noise

Jenis noise yang dikenakan pada citra adalah noise salt and pepper. Kisaran nilai densitas yang diberikan pada citra adalah 10%, 20%, 30% dan 40%. Dalam Matlab satuan dalam persen dikonversi ke dalam desimal, misalnya $10\% = 0,1$.

2. Penentuan Threshold

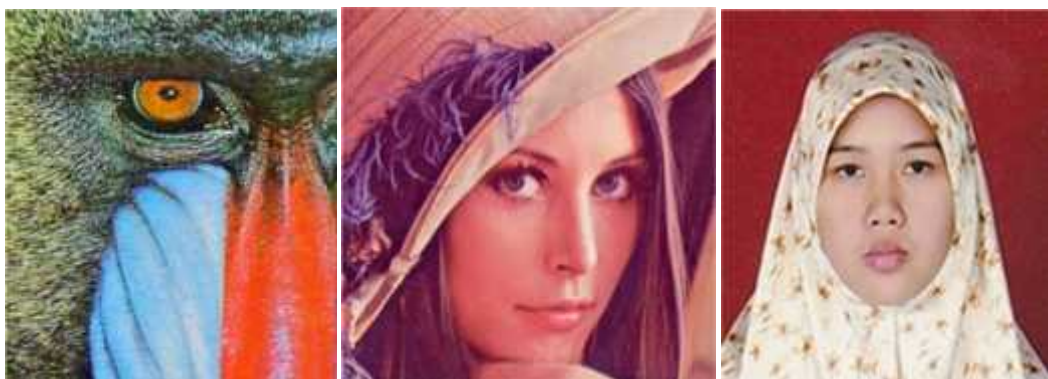
Penambahan sebuah nilai ambang (*threshold*) dimaksudkan untuk tetap mempertahankan ketajaman citra ketika dilakukan filtering untuk mengurangi *noise*. Dengan berasumsi bahwa titik *noise* mempunyai nilai keabuan yang cukup berbeda dengan nilai keabuan titik-titik tetangganya, apabila selisih antara nilai keabuan hasil konvolusi dengan nilai keabuan aslinya adalah kurang dari nilai ambang, maka tidak akan dilakukan pengubahan pada titik hasil. Jadi, langkah yang dilakukan adalah menghitung nilai konvolusi menggunakan filter median dan filter modified median, kemudian dilakukan pemeriksaan, apabila selisih antara hasil konvolusi dengan nilai keabuan asal kurang dari nilai ambang, maka keabuan hasil adalah sama dengan keabuan asal. Jika tidak, maka keabuan hasil adalah sama dengan nilai hasil konvolusi.

3. Perubahan PSNR.

Semakin besar nilai PSNR, semakin baik pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Sebaliknya, semakin kecil nilai PSNR, maka akan semakin buruk pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Satuan nilai dari PSNR, yaitu dB (*deciBell*).

5.2 Data Uji Coba

Citra yang digunakan dalam perbaikan citra bernoise ini berformat png dan jpg. Uji coba yang digunakan menggunakan citra Baboon.jpg (219*246), lena.png (251*251) dan fitri.jpg (236*243).



Gambar 5.1 Citra pengujian Baboon, Lena, dan Fitri

5.3 Pengujian

Pada tugas akhir ini dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kehandalan metode dalam mendeteksi noise. Pada deteksi noise dilakukan pengujian menggunakan median filter, modified median filter dari deteksi tepi maupun jenis deteksi tepi yang berbeda-beda, mask window yang berbeda, nilai threshold dan level noise.

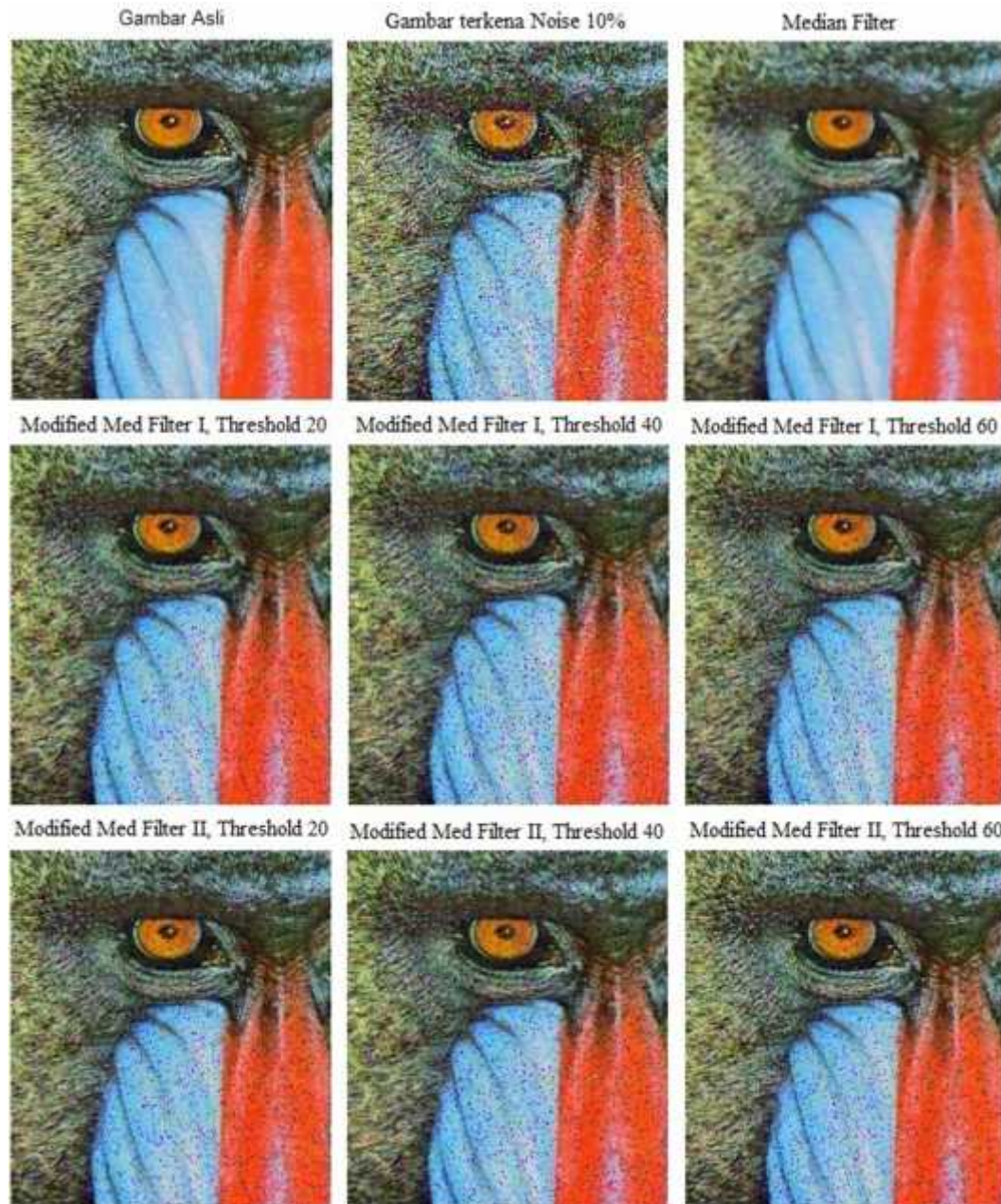
Pengujian dilakukan terhadap tiga citra uji yang tidak mengandung noise, kemudian citra tersebut dilakukan pemberian noise dengan level noise yang berbeda-beda. Dalam proses filtering, dilakukan perubahan nilai threshold yang digunakan.

Dari tiga buah citra uji yang telah diberi noise, dilakukan perhitungan PSNR untuk kemudian dirata-ratakan dan nilai tersebut dijadikan nilai acuan untuk mengetahui seberapa besar nilai penurunan dan peningkatan PSNR dari citra hasil filtering.

5.3.1 Pengujian dengan Nilai Threshold yang Berbeda-beda

Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan nilai threshold yang berbeda-beda. Pada pengujian kali ini, citra diuji dengan 3 nilai threshold yaitu 20, 40 dan 60. Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat sejauh mana pengaruh nilai threshold terhadap keakuratan hasil pengujian. Pengujian dilakukan pada masing-masing sampel uji yaitu pada citra baboon dan citra lena. Selain menggunakan threshold, pengujian ini juga menggunakan level noise 10%. Pada analisa ini di fokuskan pada pengaruh perubahan nilai threshold terhadap perubahan nilai PSNR.

1. Pengujian citra baboon dengan ukuran 219 x 246 piksel dengan level noise 10% dan nilai threshold : 20, 40 dan 60 serta mask window 3 x 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5. 2.



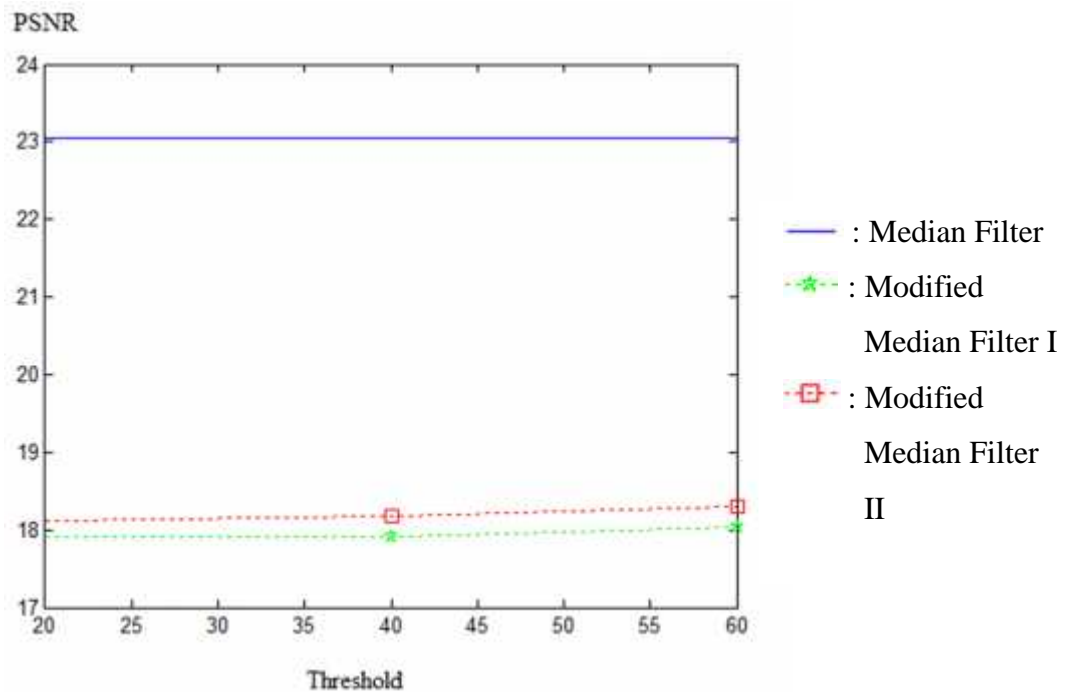
Gambar 5.2 Hasil Pengujian Citra Baboon mask window 3 x 3

Secara pengamatan kualitatif, pada pengujian terhadap citra baboon.jpg gambar 5.2 di atas menampilkan dengan jelas bahwa telah terjadi pengurangan noise terhadap citra yang telah diberi level noise 10%. Pada gambar di atas tampak bahwa median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise dengan baik dibandingkan modified median filter.

Adapun hasil pengamatan kuantitatif untuk pengujian citra baboon.jpg dapat dilihat pada tabel dan grafik plot berikut ini :

Tabel 5.1 Nilai MSE dan PSNR pengujian citra Baboon mask window 3 x 3

Filter \ Threshold	MSE			PSNR		
	20	40	60	20	40	60
Noise	1989.89			15.14		
Median Filter	322.98			23.04		
Modified Median Filter I	1053.09	1047.56	1020.32	17.91	17.92	18.04
Modified Median Filter II	1005.27	990.05	962.24	18.11	18.17	18.29



Gambar 5.3 Grafik Plot nilai PSNR terhadap Threshold Citra Baboon

Pada pengujian pada citra baboon, perubahan nilai threshold yang digunakan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap proses filtering, baik untuk metode median filter maupun untuk metode modified median filter. Semakin besar nilai threshold yang digunakan maka semakin besar nilai PSNR . Dari nilai PSNR pada tabel 5.1 terlihat bahwa nilai PSNR tertinggi dicapai oleh

metode median filter sedangkan nilai PSNR tertinggi selanjutnya dicapai oleh modified median filter II. Dengan demikian median filter cenderung mengurangi noise lebih baik dibandingkan metode modified median filter.

2. Pengujian citra Lena ukuran 251 x 251 piksel dengan level noise 10%, nilai threshold: 20, 40, 60, dan mask window 3 x 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5. 4.

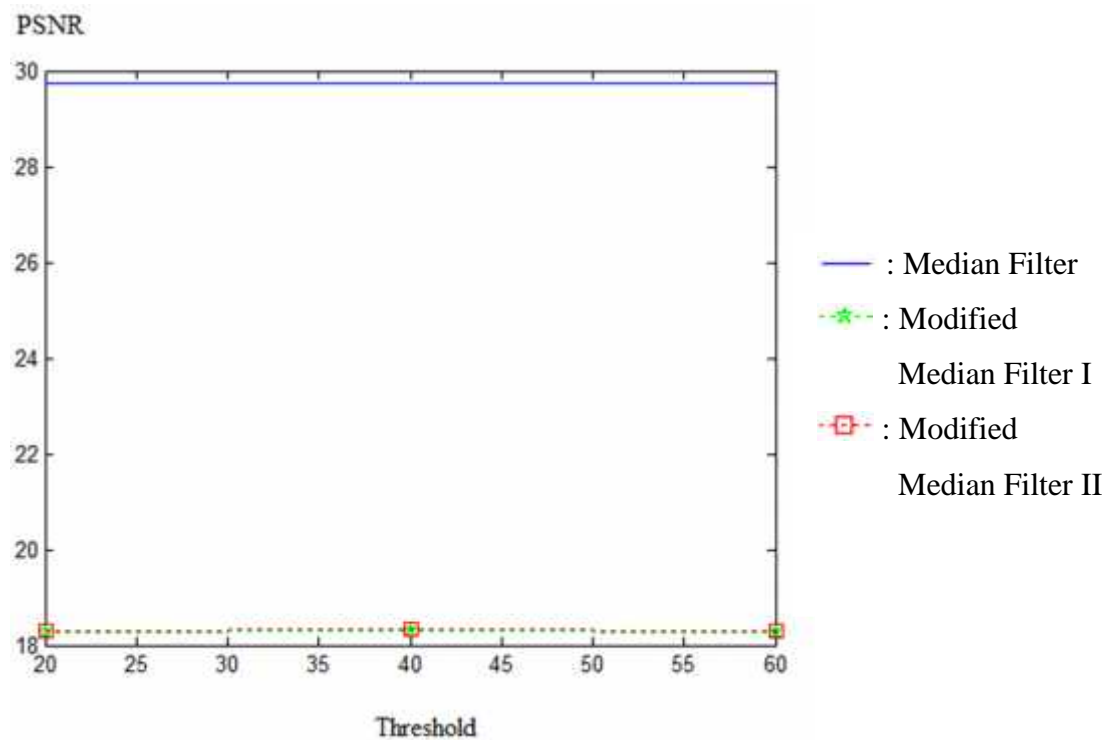


Gambar 5.4 Hasil Pengujian Citra Lena mask window 3 x 3

Berdasarkan pengujian citra lena.png pada gambar 5.4, secara pengamatan kualitatif tampak bahwa median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise dengan baik dibandingkan modified median filter. Sedangkan pengamatan kuantitatif dapat dilihat pada tabel dan grafik Plot di bawah ini :

Tabel 5.2 Nilai MSE dan PSNR Pengujian Citra Lena mask window 3 x 3

Filter \ Threshold	MSE			PSNR		
	20	40	60	20	40	60
Noise	1987.18			15.14		
Median Filter	69.09			29.73		
Modified Median Filter I	970.64	960.41	970.58	18.26	18.31	18.26
Modified Median Filter II	962.60	952.83	964.39	18.29	18.34	18.29



Gambar 5.5 Grafik Plot PSNR terhadap Threshold Citra Lena

Pada pengujian yang telah dilakukan, perubahan nilai threshold yang digunakan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap proses filtering, baik

untuk metode median filter maupun untuk metode modified median filter. Semakin besar nilai threshold yang digunakan maka semakin besar nilai PSNR. Dari nilai PSNR pada tabel 5.2 terlihat bahwa metode median filter cenderung mengurangi noise lebih baik dibandingkan metode modified median filter.

5.3.2 Pengujian dengan Level Noise yang Berbeda-beda

Pengujian dilakukan dengan menggunakan level noise yang berbeda-beda. Pada pengujian kali ini, citra diuji dengan diberi 4 level noise (*density noise*) yaitu 10%, 20%, 30% dan 40%. Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat sejauh mana metode median filter dan modified median filter dapat mengurangi noise pada citra. Pengujian dilakukan pada citra Fitri ukuran 236 x 243 piksel. Selain menggunakan level noise, pengujian ini juga menggunakan nilai threshold 60. Pada analisa ini di fokuskan pada pengaruh perubahan level noise terhadap perubahan nilai PSNR. Untuk lebih jelasnya hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.6 – 5.9.



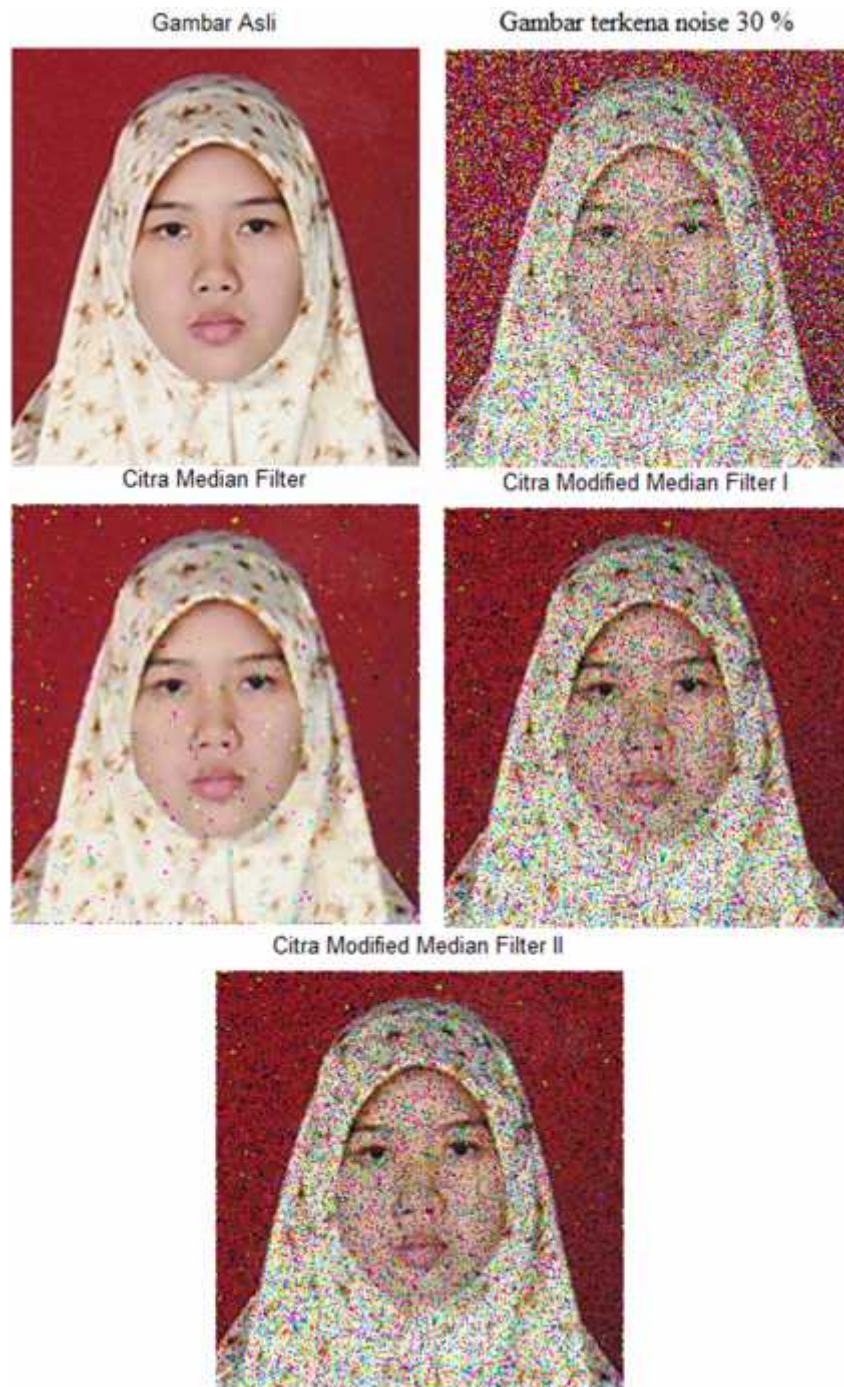
Gambar 5.6 Hasil pengujian citra Fitri, level noise 10%, mask window 3 x 3

Hasil pengujian citra fitri setelah diberi densitas atau level noise 10% pada gambar 5.6 tampak bahwa citra median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise lebih baik dari pada modified median filter.



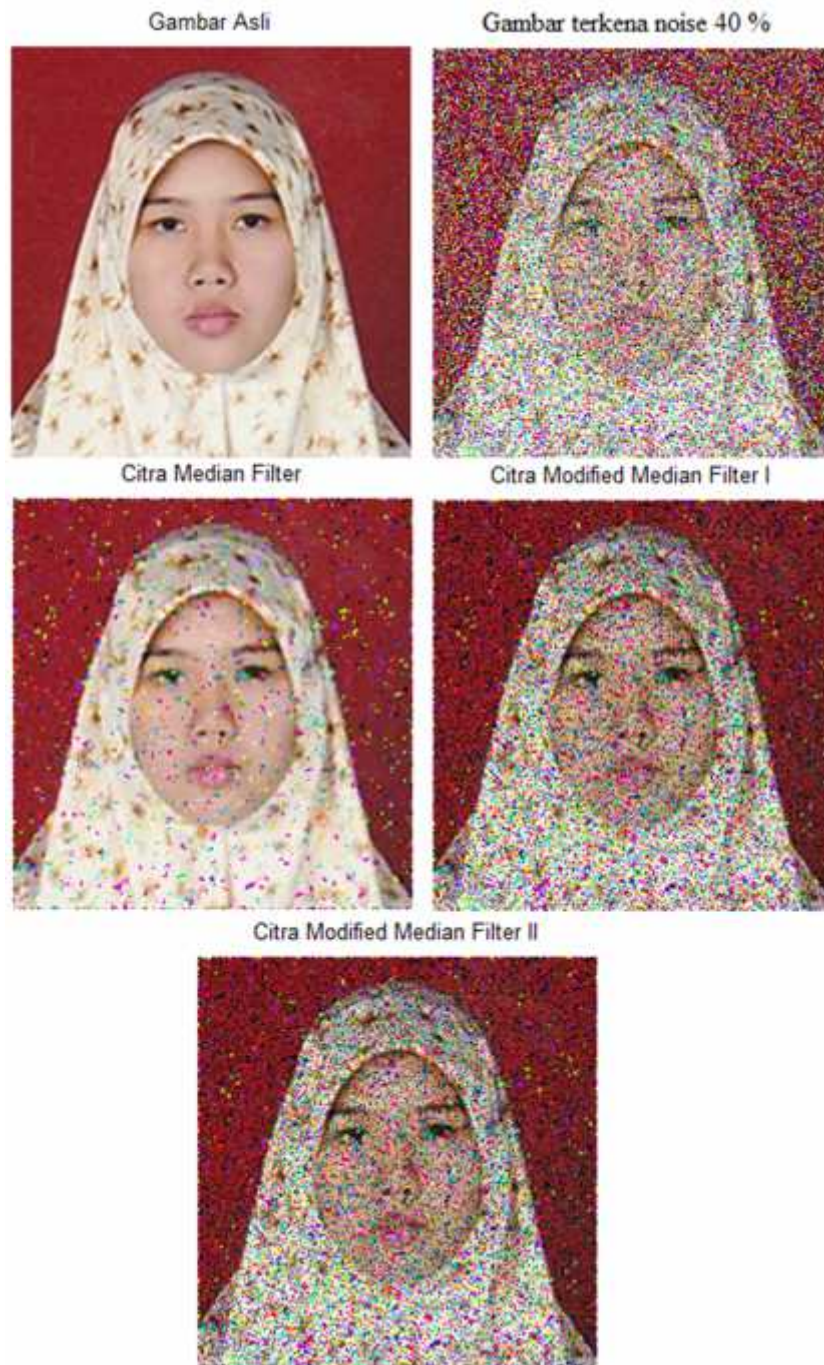
Gambar 5.7 Hasil pengujian citra Fitri, level noise 20%, mask window 5 x 5

Hasil pengujian citra fitri setelah diberi densitas atau level noise 20% pada gambar 5.7 tampak bahwa citra median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise lebih baik dari pada modified median filter.



Gambar 5.8 Hasil pengujian citra Fitri, level noise 30%, mask window 3 x 3

Hasil pengujian citra fitri setelah diberi densitas atau level noise 30% pada gambar 5.8 tampak bahwa citra median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise lebih baik dari pada modified median filter.



Gambar 5.9 Hasil pengujian citra Fitri, level noise 40%, mask window 3 x 3

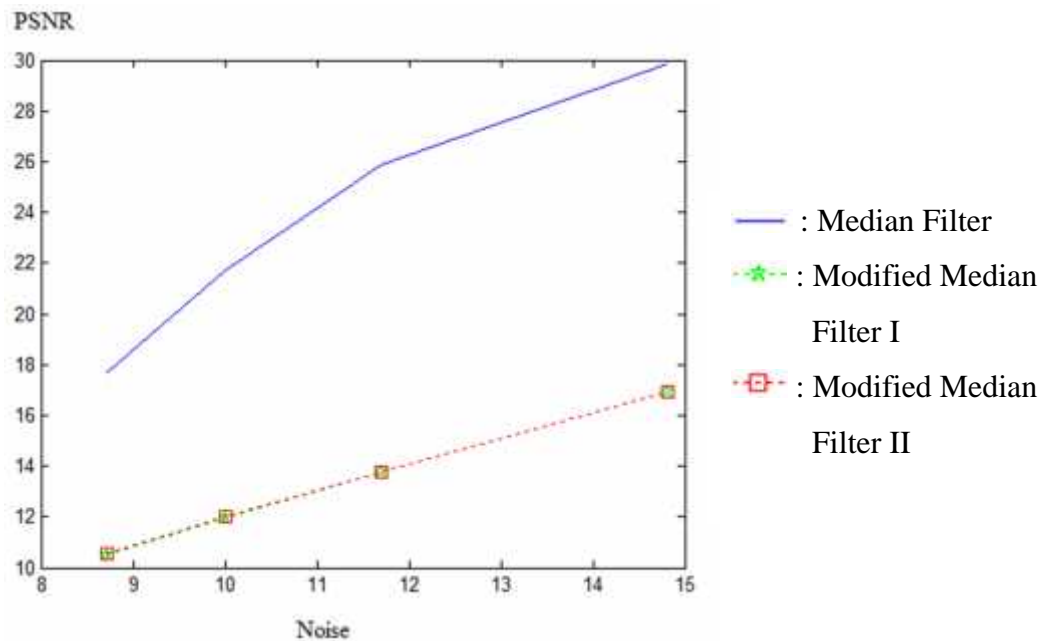
Hasil pengujian citra fitri setelah diberi densitas atau level noise 40% pada gambar 5.9 tampak bahwa citra median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise lebih baik dari pada modified median filter. Tabel dan grafik plot di bawah ini merupakan hasil pengamatan kuantitatif.

Tabel 5.3 Nilai MSE Pengujian Citra Fitri mask window 3 x 3

Filter	10%	20%	30%	40%
Noise	2144.49	4395.93	6492.59	9735.82
Median Filter	67.59	167.87	435.01	1106.19
Modified Median Filter I	1318.04	2715.85	4119.20	5771.12
Modified Median Filter II	1312.70	2707.71	4104.91	5734.65

Tabel 5.4 Nilai PSNR Pengujian Citra Fitri mask window 3 x 3

Filter	10%	20%	30%	40%
Noise	14.81	11.70	10.01	8.72
Median Filter	29.83	25.88	21.75	17.69
Modified Median Filter I	16.93	13.79	11.98	10.52
Modified Median Filter II	16.94	13.80	11.99	10.55



Gambar 5.10 Grafik plot output filter terhadap noise

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh nilai kenaikan PSNR terbesar pada tabel 5.3 adalah 29.83 dB dengan kepadatan noise 10% yang

dicapai oleh metode median filter. Sementara kenaikan PSNR terbesar untuk metode modified median filter dicapai oleh modified median filter II yaitu 16.94 dB dengan kepadatan noise 10%. Dengan kenaikan PSNR yang lebih besar dari pada metoda modified median filter, maka dapat disimpulkan bahwa metode median filter merupakan metode yang paling baik dalam mengurangi noise yang ada pada citra. Proses mendeteksi noise dengan metode modified median filter masih kurang berhasil karena noise-noise yang rapat dianggap piksel citra oleh filter sehingga tidak dilakukan proses filtering.

5.4 Analisa Hasil Pengujian dengan Mask Window 5 x 5

5.4.1 Citra baboon dengan ukuran 219 x 246 piksel dengan level noise 10%, nilai threshold : 20, 40, 60

Secara pengamatan kualitatif, pada pengujian terhadap citra baboon.jpg gambar A.1 (Lampiran A) menampilkan dengan jelas bahwa telah terjadi pengurangan noise terhadap citra yang telah diberi level noise 10%. Pada gambar tersebut tampak bahwa median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise dengan baik dibandingkan modified median filter. Sedangkan pengamatan kuantitatif pada pengujian citra baboon, perubahan nilai threshold yang digunakan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap proses filtering, baik untuk metode median filter maupun untuk metode modified median filter. Semakin besar nilai threshold yang digunakan maka semakin besar nilai PSNR. Dari nilai PSNR pada tabel A.1 (Lampiran A) terlihat bahwa nilai PSNR tertinggi dicapai oleh metode median filter dengan nilai PSNR 20.96 dB sedangkan nilai PSNR tertinggi selanjutnya dicapai oleh modified median filter II dengan nilai PSNR 18.03 dB pada threshold 60. Dengan demikian median filter cenderung mengurangi noise lebih baik dibandingkan metode modified median filter.

5.4.2 Citra lena dengan ukuran 251 x 251 piksel dengan level noise 10%, nilai threshold : 20, 40, 60

Hasil Pengamatan kualitatif berdasarkan hasil pengujian pada Gambar A.3 (Lampiran A) terlihat bahwa kualitas output filter yang baik dihasilkan oleh metode median filter. Adapun hasil pengamatan kuantitatif untuk pengujian citra lena.jpg dapat dilihat pada tabel A.2 dan gambar A.4 pada lampiran A.

Pada pengujian yang telah dilakukan, perubahan nilai threshold yang digunakan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap proses filtering, baik untuk metode median filter maupun untuk metode modified median filter. Semakin besar nilai threshold yang digunakan maka semakin besar nilai PSNR. Dari nilai PSNR pada tabel A.2 (Lampiran A) terlihat bahwa metode median filter cenderung mengurangi noise lebih baik dibandingkan metoda modified median filter.

5.4.3 Citra fitri 236 x 243 piksel dengan level noise 10%, 20%, 30%, 40%, nilai threshold 60

Pengamatan kualitatif hasil pengujian citra fitri setelah diberi densitas atau level noise 10%, 20%, 30%, dan 40% pada gambar A.5-A8 (Lampiran A) tampak bahwa citra median filter dapat mereduksi atau mengurangi noise lebih baik dari pada modified median filter. Sedangkan pengamatan kuantitatif berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh nilai kenaikan PSNR terbesar pada tabel A.4 adalah 26.02 dB dengan kepadatan noise 10% yang dicapai oleh metode median filter. Sementara kenaikan PSNR terbesar untuk metode modified median filter dicapai oleh modified median filter I yaitu 16.88 dB dengan kepadatan noise 10%. Dengan kenaikan PSNR yang lebih besar dari pada metoda modified median filter, maka dapat disimpulkan bahwa metode median filter merupakan metode yang paling baik dalam mengurangi noise yang ada pada citra. Proses mendeteksi noise dengan metode modified median filter masih kurang berhasil karena noise-noise yang rapat dianggap piksel citra oleh filter sehingga tidak dilakukan proses filtering.

5.5 Kesimpulan Pengujian

Dari 3 pengujian citra yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil uji coba pada citra Baboon dan Lena pada Tabel 5.1-5.2 dengan mask windows 3 x 3 dengan densitas noise 0.1 dan nilai threshold 20, 40 serta 60 tampak bahwa filter median menghasilkan nilai PSNR tertinggi, dan PSNR paling rendah terjadi pada filter modified median filter I.
2. Berdasarkan Gambar 5.6-5.9 dan Gambar A.5-A.8 semakin besar nilai densitas yang diberikan pada citra maka citra akan menjadi semakin ber-noise.
3. Dan berdasarkan hasil uji coba pada citra Fitri dengan mask windows 3 x 3 dengan densitas noise 10%, 20%, 30% dan 40% dengan threshold 60 yang terdapat pada Tabel 5.4 tampak bahwa filter median juga menghasilkan nilai PSNR tertinggi.
4. Berdasarkan hasil uji coba pada citra Baboon dan lena dengan mask window 5 x 5 dengan densitas noise 10% dan threshold 20, 40 dan 60 tampak bahwa filter median juga menghasilkan nilai PSNR tertinggi tapi bedanya PSNR terkecil terjadi pada modified median filter II yang ditunjukkan pada tabel A.1-A.2.
5. Dan berdasarkan hasil uji coba pada citra Fitri dengan mask windows 5 x 5 dengan densitas noise 10%, 20%, 30% dan 40% dengan threshold 60 yang terdapat pada Tabel A.4 tampak bahwa filter median juga menghasilkan nilai PSNR tertinggi.
6. Filter median merupakan filter yang paling baik digunakan untuk perbaikan kualitas citra dengan jenis noise salt and peppers.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan analisa dan pengujian pada program filter ini adalah sebagai berikut :

1. Metode modified median filter untuk mendeteksi noise masih kurang berhasil karena noise-noise yang rapat dianggap piksel citra oleh filter sehingga tidak dilakukan proses filtering.
2. Untuk mengurangi impulse noise, filter yang terbaik adalah median filter. Semakin tinggi densitas noise yang diberikan, penggunaan metode median filter cenderung mengurangi noise lebih baik dibandingkan metode modified median filter.

6.2 Saran

Saran yang hendak disampaikan terkait dengan pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Perbaikan citra ber-*noise* dengan metode modified median filter dapat dilakukan dengan fuzzy, sehingga dapat menghasilkan kualitas citra hasil yang lebih baik.
2. Mendeteksi noise dengan pola-pola yang muncul pada setiap window seperti yang terdapat pada jurnal Sohn Kwanghoon, Kyu-Cheol Lee, dan Jungeun Lim (2001) yang berjudul *Impulsive Noise Filtering Based on Noise Detection in Corrupted Digital Color Images*, dan jurnal M. Tulin Yıldırım, dan M. Emin Yuksel (2008) yang berjudul *Impulse Noise Removal From Digital Images by a Detail-Preserving Filter Based on Type-2 Fuzzy logic*.

DAFTAR PUSTAKA

- Gonzalez, Rafael C, dan Richard E. Wood. “*Digital Image Processing Third Edition*”. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2008.
- Irawan, Feriza.A, *Buku Pintar Pemograman Matlab*. Media Kom, Jakarta, 2013.
- How-Lung Eng dan Kai-Kuang Ma. “*Noise Adaptive Soft-Switching Median Filter*”. IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 10, No. 2, February 2001
- Munir, Rinaldi. “*Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*”. Informatika Bandung, 2004.
- Prasetyo, Eko. “*Pengolahan Citra Digital dan aplikasinya Menggunakan Matlab*”. Penerbit Andi, Yogyakarta, 2011.
- Pratiwi, Eva, Handayani Tjandrasa, dan Bilqis Amaliah. “*Implementasi Penghapusan Impulse noise dari Citra Terdegradasi Menggunakan Detektor Impulse Noise Berbasis Jaringan Syaraf*”. Undergraduate Thesis, Informatics Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2011.
- Russo, Fabrizio dan Giovanni Ramponi. “*A Fuzzy Filter for Images Corrupted by Impulse Noise*”. IEEE Signal Processing Letters, Vol 3, No. 6, June 1996.
- Sohn, Kwanghoon, Kyu-Cheol Lee, dan Jungeun Lim. “*Impulsive Noise Filtering Based on Noise Detection in Corrupted Digital Color Images*”. Circuits Systems Signal Processing. Vol. 20, No. 6, PP. 643-654, 2001.
- T R Mahesh, Prabhanjan S, dan M Vinayababu. “*Noise Reduction By Using Fuzzy Image Filtering*”. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Islamabad PAKISTAN , 31st May 2010. Vol.15, No.2, 2005-2010 JATIT.
- Wahana Komputer. “*Ragam Aplikasi Pengolahan Image dengan Matlab*”. PT. Alex Media Komputindo, Jakarta, 2013.
- Yıldırım, M. Tulin dan M. Emin Yuksel. “*Impulse Noise Removal From Digital Images by a Detail-Preserving Filter Based on Type-2 Fuzzy Logic*”. IEEE Transactions on Fuzzy Fystems, Vol. 16, No. 4, August 2008.